This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

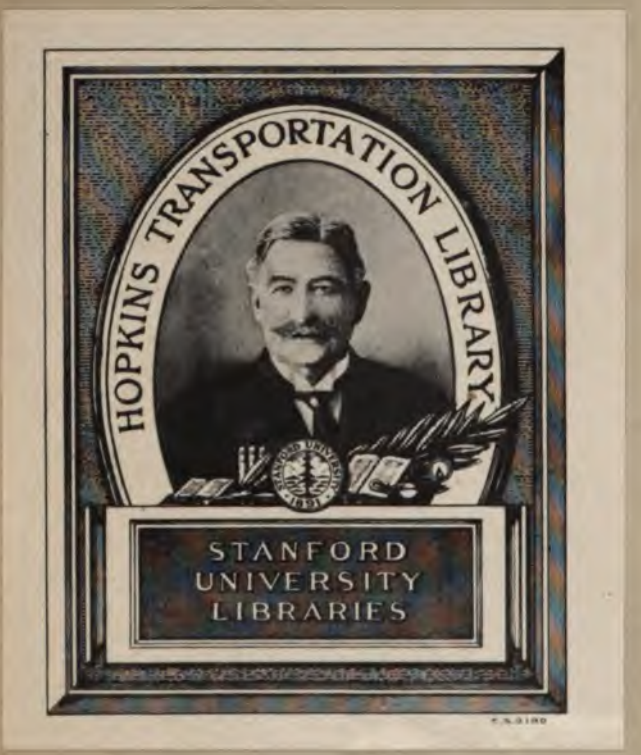
+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

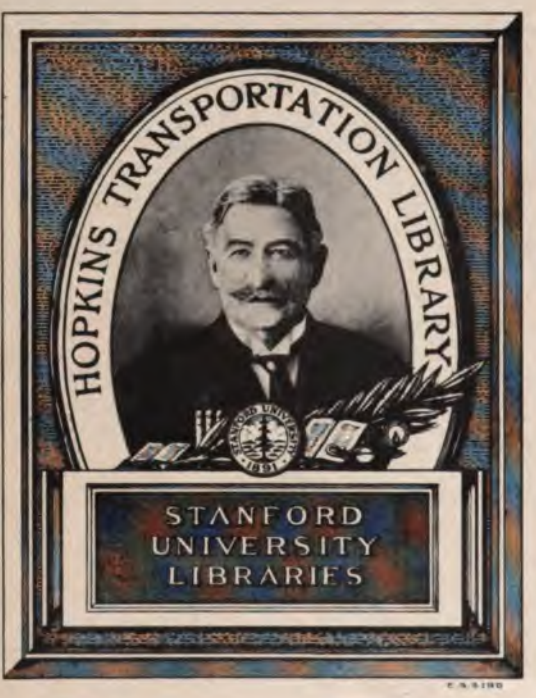
Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.


HOPKINS TRANSPORTATION LIBRARY
STANFORD
UNIVERSITY
LIBRARIES

AR-V

C. Vyx.
16 –


HOPKINS TRANSPORTATION LIBRARY
STANFORD
UNIVERSITY
LIBRARIES

Angewandte

Baukunde des Ingenieurs.

Handbuch

der

Ingenieur-Wissenschaft.

Vollständig in 4 Bänden,

mit 125 gravirten Tafeln in gr. Folio.

Dritter Band:

Der Straßen- und Eisenbahnbau in seinem ganzen Umfange,

mit 40 gravirten Tafeln in gr. Folio.

Dritte, verbesserte und vermehrte Auflage.

Stuttgart.
Verlagsbuchhandlung von Carl Mäcken.
1870.

Der Straßen- und Eisenbahnbau

in seinem ganzen Umfange

und

mit besonderer Rücksicht auf die neuesten Constructionen.

Ein Leitfaden

zu

Vorlesungen und zum Selbstunterrichte für Wasser- und Straßenbau-Ingenieure und andere Techniker

von

Max Becker,

Baurath bei Großherzogl. Ober-Direction des Wasser- und Straßenbaues, vorm. Professor an der Ingenieurschule des Polytechnikums zu Carlsruhe, Ritter des Großherzogl. badischen Zähringer Löwenordens, des Königl. preuß. Kronordens III. Classe, des Königl. baierischen Verdienstordens vom heil. Michael, des Königl. württemb. Kronordens, des Herzogl. nassauischen Civilverdienstordens Adolf von Nassau.

Mit Atlas,

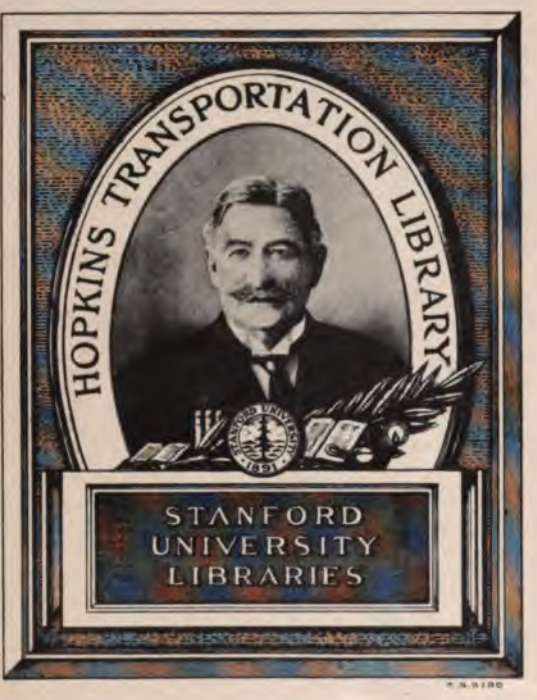
enthaltend: 40 gravirte Tafeln in gr. Folio.

Dritte, verbesserte und vermehrte Auflage.

Stuttgart.

Verlagsbuchhandlung von Carl Mäcken.

1870.


HOPKINS TRANSPORTATION LIBRARY
STANFORD
UNIVERSITY
LIBRARIES

Vorwort zur ersten Auflage.

In diesem zweiten Theile meiner angewandten Baukunde habe ich den Straßen- und Eisenbahnbau einer nähern Betrachtung unterzogen und für den angehenden Ingenieur dasjenige aus dem Gebiete dieser wichtigen Zweige der Communicationslehre hervorgehoben, was mir brauchbar und zeitgemäß erschien.

Den Straßenbau glaubte ich möglichst kurz fassen zu müssen, weil er einestheils seit Einführung der Eisenbahnen etwas an Wichtigkeit verloren hat, anderntheils aber auch schon sehr umfassend in den verschiedenen Werken über Straßenbau behandelt worden ist.

Desto ausführlicher suchte ich den Eisenbahnbau zu geben und mußte mein Bestreben dahin gerichtet sein, aus dem reichen Material, welches sich seit einer Reihe von Jahren in Büchern und Zeitschriften ansammelte und welches ich durch Selbstanschauung der Eisenbahnen verschiedener Länder, insbesondere derjenigen Englands zu sammeln Gelegenheit hatte, das Wissenswürdigste und Gediegenste, oder besser gesagt, dasjenige von Allem herauszufinden, was sich bis auf die neueste Zeit als anerkannt brauchbar und gut erwiesen hat.

Kein Gegenstand der Technik hat wohl in so kurzer Zeit einen solchen Aufschwung genommen und so vielfache Verbesserungen und Vervollkommnungen erfahren, als gerade der Eisenbahnbau; während allein in Deutschland vor 25 Jahren nur eine kurze Pferdebahn von 8. Meilen Länge existirte, ist nun bereits ein großartiges Netz gelegt, welches eine Gesammtlänge von 1059 Meilen hat, ausschließlich mit Dampfwagen befahren wird und von Jahr zu Jahr an Ausdehnung gewinnt.

Angewandte

Baukunde des Ingenieurs.

Handbuch

der

Ingenieur-Wissenschaft.

Vollständig in 4 Bänden,

mit 125 gravirten Tafeln in gr. Folio.

Dritter Band:

Der Straßen- und Eisenbahnbau in seinem ganzen Umfange,

mit 40 gravirten Tafeln in gr. Folio.

Dritte, verbesserte und vermehrte Auflage.

Stuttgart.
Verlagsbuchhandlung von Carl Mäcken.
1870.

Der Straßen- und Eisenbahnbau

in seinem ganzen Umfange

und

mit besonderer Rücksicht auf die neuesten Constructionen.

Ein Leitfaden

zu

Vorlesungen und zum Selbstunterrichte für Wasser- und Straßenbau-Ingenieure und andere Techniker

von

Max Becker,

Baurath bei Großherzogl. Ober-Direction des Wasser- und Straßenbaues, vorm. Professor an der Ingenieurschule des Polytechnikums zu Carlsruhe, Ritter des Großherzogl. badischen Zähringer Löwenordens, des Königl. preuß. Kronordens III. Classe, des Königl. baierischen Verdienstordens vom heil. Michael, des Königl. württemb. Kronordens, des Herzogl. nassauischen Civilverdienstordens Adolf von Nassau.

Mit Atlas,

enthaltend: 40 gravirte Tafeln in gr. Folio.

Dritte, verbesserte und vermehrte Auflage.

Stuttgart.

Verlagsbuchhandlung von Carl Mäcken.

1870.

Aber auch keine Erfindung hat die Gemüther so sehr beschäftigt als die Combination der beiden großen Erfindungen: Dampfwagen auf Eisenbahnen, zu denen sich noch die genialste aller Erfindungen gesellte, nämlich die der electromagnetischen Telegraphen.

Ganz Europa, sowie Amerika, Asien und Afrika sinnt auf deren Anwendung im ausgedehntesten Maßstabe, und es dürfte die Zeit nicht mehr ferne sein, wo Dampfschiffe und Eisenbahnen die einzigen Communicationsmittel des großen Weltverkehrs der civilisirten Nationen sein werden.

So sehr aber auch die Fortschritte in dem Baue der Eisenbahnen anerkannt werden müssen, und so sehr man auch in den letzten Jahren bemüht war, auf die einheitliche Gestaltung dieser Communicationsmittel hinzuwirken, so bleibt doch noch Manches zu wünschen übrig, und sind gerade in einigen Hauptpunkten die Ansichten der renomirtesten Ingenieure noch sehr verschieden.

Wenn ich es daher versucht habe, den Eisenbahnbau systematisch zu behandeln und in seinen einzelnen Theilen wissenschaftlich zu begründen, sowie in Hauptgrundsätzen dasjenige zu geben, was bei jedem Eisenbahnbau berücksichtigt zu werden verdient, so wollte ich damit einestheils meine Fachgenossen veranlassen, diesen so wichtigen Gegenstand einer noch ausführlicheren Betrachtung zu unterwerfen, anderntheils aber auch meinen Schülern einen Leitfaden an die Hand geben, aus welchem sie in gedrängter Kürze das Wissenswürdigste des Eisenbahnbaues erlernen können.

Möge mir es gelungen sein, mit dieser Arbeit den mir vorgezeichneten Zweck erreicht zu haben. Daß dieselbe in so kurzer Zeit dem Drucke übergeben werden konnte, verdanke ich insbesondere meinem hochgeehrten Herrn Collegen, Baurath F. Keller, welcher mich durch Mittheilung seiner langjährigen Erfahrungen und ausgedehnten Kenntnisse in dem Gebiete des Eisenbahnbaues wesentlich unterstützte, und welchem ich hiemit öffentlich meinen innigen Dank abzustatten mich für verpflichtet fühle.

Carlsruhe, im December 1854.

Der Verfasser.

Vorwort zur zweiten Auflage.

So sehr auch das Eisenbahnnetz in allen civilisirten Ländern Europa's in den letzten Jahren an Ausdehnung zunahm und sich Erfahrungen an Erfahrungen reihten, sowohl hinsichtlich des Traçirens der Bahnen wie der Constructionen des Unter- und Oberbaues, der Einrichtung der Stationen und des Betriebes, so hat sich doch der Eisenbahnbau im Allgemeinen nicht viel verändert, vielmehr ist derselbe zu derjenigen Vollkommenheit gelangt, welche den Ingenieur in den wichtigsten Dingen über alle Zweifel erheben, indem sich Praxis und Theorie über die Hauptfragen entschieden haben, welche sich auf die Schienenform, die Art des Ober- und Unterbaues, die Einrichtung der Bahnhöfe und des Bahnbetriebs beziehen.

Was insbesondere das Traçiren der Eisenbahnen betrifft, so ist dieß wohl die wichtigste und interessanteste Aufgabe des Ingenieurs, zu deren richtiger Lösung aber auch wissenschaftliche Kenntnisse aus allen Zweigen der Technik und mehrjährige Erfahrung erforderlich sind, da es sich nicht allein darum handelt, die technisch vortheilhafteste Lage der Bahnachse zu bestimmen, sondern auch bezüglich des Betriebs und der Rentabilität der Bahn das Richtige und Beste zu treffen. Dieser Gegenstand mußte in der zweiten Auflage eine Umarbeitung erleiden, zu welcher das Material vorzugsweise aus dem mit vieler Schärfe und Sachkenntniß bearbeiteten Schriftchen von Heider „Anleitung zum Traçiren der Eisenbahnen“ entnommen werden konnte.

Die neueren Constructionen aus dem Gebiete des Eisenbahnbaues anlangend, waren solche zum größten Theil schon in der ersten Bearbeitung dieses Buches berücksichtigt, und genügte es mit der Einschaltung einiger Tafeln. Das charakteristische aller dieser Constructionen ist einfach das, daß sie in allen Theilen aus Schmiedeisen

bestehen, und daß Gußeisen nur da angewendet erscheint, wo es absolut nöthig war.

Bei der Betrachtung der Stationen war nur wenig beizufügen; ebenso konnten die übrigen Abschnitte fast unverändert beibehalten werden.

Möge auch diese Arbeit sich einer freundlichen Beurtheilung von Seiten meiner Fachgenossen erfreuen.

Carlsruhe, den 27. März 1858.

A. Becker.

Vorwort zur dritten Auflage.

Ein Rückblick auf das vergangene Jahrzehnt zeigt nicht nur eine bedeutende Vergrößerung des Eisenbahnnetzes, sondern auch wesentliche Fortschritte in dem gesammten Gebiete der Eisenbahntechnik. Diese letzteren, soweit sie sich insbesondere auf den Eisenbahnbau beziehen, bei der vorliegenden Bearbeitung darzulegen und damit dieselbe dem neuesten Stande der Technik des Eisenbahnbaues wieder anzupassen, mußte meine Aufgabe sein. In wieweit mir es gelungen ist, diese schwierige Aufgabe bei dem in den technischen Zeitschriften und besondern Abhandlungen zerstreut liegenden sehr bedeutenden Material zu lösen, ohne den Rahmen des Buchs zu sehr zu überschreiten, glaube ich dem freundlichen Urtheil des geehrten Lesers überlassen zu dürfen.

Carlsruhe, im Oktober 1869.

Der Verfasser.

Inhalts-Verzeichniß.

Erster Abschnitt.

Von den Straßen im Allgemeinen.

Seite

§. 1. Einleitung in den Straßenbau 3
§. 2. Geschichtliches der Straßen 4
§. 3. Die Erdoberfläche und deren Straßenbaumaterialien 8

Vorarbeiten.

§. 4. Von den Hilfsmitteln, Recognoscirungen und Aufnahmen, die nöthig sind, um ein Straßenproject auszuarbeiten 13
§. 5. Breite der Straßen 17

Zweiter Abschnitt.

Allgemeine Straßenrichtung und Längenprofil der Straßen.

§. 6. a) Allgemeine Straßenrichtung 23
§. 7. Vor- und Nachtheile der Thal- und Hochstraßen 24
§. 8. Feststellung der Straßentrace 25
§. 9. Beispiel über die Bestimmung der allgemeinen Straßenrichtung 27
§. 10. b) Längenprofil der Straßen 29
§. 11. Neigung der Steigen 30
§. 12. Feststellung des Längenprofils 32

Dritter Abschnitt.

Bestimmung der einzelnen Straßenrichtungen.

§. 13. Absteckung der Straßen 35
§. 14. Aufgabe über die Absteckung einer Straße 36
a) Bestimmung des Straßenzugs 38
b) Rectification des Zugs 40
c) Auftragen des Längenprofils und der Querprofile 41
d) Berechnung des Auf- und Abtrags 43
e) Vertheilung der Erdmassen und Bestimmung der Transportweiten 45
f) Kunstbauten 47
§. 15. Profilirung der Straße 48

Vierter Abschnitt.

Erd- oder Grundbau der Straßen; Bauart, Entwässerung und Querschnittsform derselben.

Seite

§. 16. Allgemeine Bemerkungen 51
§. 17. Bauart der Straßen 52
a) Fußwege 52
b) Reit- und Lastthierwege 53
c) Fahrbahnen 54
§. 18. Die Steinbahn einer Straße 58
§. 19. Rand- oder Bordsteine 60
§. 20. Pflasterungen 60
§. 21. Entwässerung des Straßenkörpers 62
§. 22. Querschnittsform der Straßen 64
a) Wölbung der Straße 65
b) Seitengraben und Böschungen 65

Fünfter Abschnitt.

Nöthige Bauten, nützliche Kunstwerke, Verschönerungen und Unterhaltung der Landstraßen.

§. 23. Nöthige Bauten ꝛc. 71
§. 24. Unterhaltung der Straßen 72
§. 25. Kiessortirungsmaschine von Augustin 76
§. 26. Von den Straßenwalzen 77

Sechster Abschnitt.

Construction der Fuhrwerke und Erfahrungen über den Widerstand derselben auf Straßen von verschiedener Beschaffenheit.

§. 27. Construction der wichtigsten Theile der Wagen und Gewicht derselben. 81
§. 28. Erfahrungen über den Widerstand der Fuhrwerke auf Straßen von verschiedener Beschaffenheit 85
§. 29. Leistung der Pferde beim Transport von Lasten auf verschiedenen Straßen . . 96

Siebenter Abschnitt.

Von den Eisenbahnen im Allgemeinen.

§. 30. Einleitung in den Eisenbahnbau 101
§. 31. Geschichtliches der Eisenbahnen 102
§. 32. Von den Eisenbahnen im Allgemeinen 110
§. 33. Allgemeine Bemerkungen über Locomotivbahnen 114
§. 34. Allgemeine Richtung einer Locomotivbahn 118
§. 35. Steigungsverhältnisse einer Locomotivbahn 121
§. 36. Grenze der Steigung für Locomotiven 132
§. 37. Vertheilung der Gefälle im Längenprofil 137
§. 38. Alignement der Bahn 138
§. 39. Vergleichung zweier Eisenbahn-Concurrenzlinien in Beziehung auf Baukosten und Betrieb. Betriebskosten 146

Achter Abschnitt.

Vorarbeiten für den Bau und Erdarbeiten.

§. 40. Vorarbeiten für den Bau einer Eisenbahn 153
a) Allgemeine Vorerhebungen, Vornivellement und vorläufige Tragirung . . . 153
b) Aufnahme des Terrains zur Detailtragirung der Bahn 155
c) Ausmittlung der vortheilhaftesten Lage der Bahnachse 158
d) Absteckung der ermittelten Bahnachse und Aufnahme der übrigen Details . . 160
e) Absteckung der Geleisachse mit Rücksicht auf die Verbindung der geraden mit den gekrümmten Bahnstrecken 163
f) Abfassung des Projects 167
§. 41. Die Spurweite 169
§. 42. Erdarbeiten 172
§. 43. Abrutschungen in Einschnitten und an Dammanschüttungen 185
§. 44. Ausführung der Erdarbeiten auf Rechnung oder im Großaccord 188
§. 45. Normalprofil des lichten Raumes 200

Neunter Abschnitt.

Oberbau.

§. 46. Allgemeine Bemerkungen 203
§. 47. Von den Bahnschienen 204
§. 48. Material zu den Schienen 205
§. 49. Fabrikation der Schienen 206
a) Zubereitung des Eisens 206
b) Zubereitung der Puddlingsbarren 207
c) Auswalzen der Schienen 208
d) Prüfung der Schienen 210
§. 50. Form, Dimensionen, Gewicht und Dauer der Schienen 210
§. 51. Abnutzung der Schienen 221
§. 52. Einfluß der Temperatur auf die Länge der Schienen 221
§. 53. Oberbau mit unterbrochener Unterstützung der Schienen 223
§. 54. Steine zur Unterstützung der Schienen. 223
§. 55. Legen der Steine 224
§. 56. Hölzerne Querschwellen zur Unterstützung der Schienen 226
§. 57. Stühle von Gußeisen 227
§. 58. Befestigung der Schienen in die Lagerstühle 228
§. 59. Schlußbemerkungen über das Stuhlsystem 230
§. 60. Oberbau mit unterbrochener Unterstützung der Schienen ohne Anwendung der Stühle 231
§. 61. Schwebende Stöße 234
§. 62. Oberbau mit ununterbrochener Unterstützung der Schienen 235
§. 63. Amerikanisches System mit zusammengesetzten Schienen 239
§. 64. Eiserner Oberbau 240
1. Einzelunterlager 240
2. Querschwellensystem 241
3. Langschwellensystem 244
§. 65. Ergebnisse der obigen Betrachtung über die verschiedenen Oberbausysteme . . . 250
§. 66. Oberbau für Pferdebahnen 250
§. 67. Wegübergänge und Einfriedigungen 251
§. 68. Oberbauverhältnisse der hauptsächlichsten europäischen Bahnen 254
§. 69. Technische Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen über Bau und Betrieb der Eisenbahnen. 1866. A. Bahnbau (§. 1—49) 257

Zehnter Abschnitt.

Von den bei einer Eisenbahn vorkommenden Gebäuden und den Bahnhofanlagen.

Seite

§. 70. Allgemeine Bemerkungen 263
§. 71. Bahnwartshäuser 263
§. 72. Aufnahmsstationen im Allgemeinen 265
§. 73. Haltpunkte 267
§. 74. Zwischenstationen 268
§. 75. Aufnahmsgebäude 269
§. 76. Zufahrtswege 270
§. 77. Ein- und Aussteigetrottoirs (Perrons) 270
§. 78. Weichen, Kreuzungen, Weichen- und Verbindungsgeleise 271
§. 79. Construction der Weichen und Kreuzungen 278
§. 80. Drehscheiben 287
§. 81. Allgemeine Bemerkungen über die Anwendung der Drehscheiben 289
§. 82. Schiebebühnen gewöhnlicher Construction und Dampfschiebebühnen. 291
§. 83. Verladeplätze oder Rampen 294
§. 84. Reinigungsgruben 295
§. 85. Wagenremisen 295
§. 86. Maschinenhäuser oder Locomotivremisen 296
§. 87. Güterschuppen 296
§. 88. Befahrbare Brückenwaagen 297
§. 89. Wasserstation und Wasserkrahnen 298
§. 90. Aborte 304
§. 91. Wärterhäuschen 304
§. 92. Brunnen 305
§. 93. Entwässerung der Station 305
§. 94. Disposition verschiedener Zwischenstationen und Haltpunkte 305
§. 95. Hauptstationen 306
§. 96. Aufnahmsgebäude für Hauptstationen 306
§. 97. Bedeckte Hallen für die Ein- und Aussteigetrottoirs 310
§. 98. Wagen- und Locomotivremisen für Hauptstationen 311
§. 99. Werkstätten 312
§. 100. Koaksschuppen 316
§. 101. Güterschuppen bei Hauptstationen 317
§. 102. Einfriedigung der Hauptstationen 318
§. 103. Verschiedene Dispositionen ausgeführter Hauptstationen 318
§. 104. Bemerkungen über die Ausführung der Stationen 326
§. 105. Technische Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen. 1866. B. Bahnhofsanlagen (§. 50—105) 330
§. 106. Kosten verschiedener ausgeführter Eisenbahnen 334

Eilfter Abschnitt.

Geneigte Ebenen und atmosphärische Eisenbahnen.

§. 107. Allgemeine Bemerkungen über schiefe Ebenen 343
§. 108. Geneigte Ebene bei Lüttich in Belgien 345
§. 109. Geneigte Ebene der rheinischen Bahn bei Aachen 349
§. 110. Geneigte Ebene auf der Elberfeld-Düsseldorfer Bahn 350
§. 111. Geneigte Ebene auf der Bahn von Andrezieux nach Roanne 352
§. --- Geneigte Ebene der London-Blackwall Bahn 353

Seite

§. 113. Bahnen mit großen Steigungen und Locomotivbetrieb 358
§. 114. Ersteigung einer Anhöhe mit Locomotiven nach dem Vorschlage von Negrelli . 358
§. 115. System Fell für den Mont-Cenis 358
§. 116. System Marsh und Wetli 360

Atmosphärische Eisenbahnen.

§. 117. Allgemeine Bemerkungen 362
§. 118. System Clegg und Samuda 364
§. 119. „ Halette 368

Zwölfter Abschnitt.

Locomotiven und Wagen.

§. 120. Allgemeine Bemerkungen über Locomotiven 371
§. 121. Locomotiven der englischen Bahnen 373
§. 122. Locomotiven deutscher Bahnen — Dimensionen und Gewichte 378
§. 123. Personenwagen 383
§. 124. Güter- und sonstige Transportwagen 388
§. 125. Gewichte der Wagen 388
§. 126. Technische Vereinbarungen deutscher Eisenbahnverwaltungen. Locomotiven und Wagen (§. 106—181) 389

Dreizehnter Abschnitt.

Signale.

§. 127. Optische und akustische Signale 399
§. 128. Elektrische Signale 413
§. 129. Technische Vereinb. deutscher Eisenbahnverwaltungen. Signale. (§. 182—195) . 420
§. 130. Literatur über Eisenbahnbau 421

Anhang.

§. 1. Theorie der Locomotivmaschine 427
§. 2. Allgemeine Ableitung der Formel über Trag- oder Widerstandsfähigkeit von Eisenbahnschienen für jede beliebige Querschnittsform 435
§. 3. Grundzüge für die einheitliche Gestaltung der Eisenbahnen Deutschlands. Sicherheitspolizeiliche Anordnungen (§. 1—66) 439
§. 4. Tabelle der Baukosten verschiedener Eisenbahnen, Kanäle und Straßen 452

Verzeichniß der Tafeln.

Tafel I. Bestimmung der allgemeinen Straßenrichtung — Höhenkarten — Horizontalkurven.

" II. Situationsplan mit Horizontalkurven zur Construction einer Straßenlinie.

" III. Straßennivellement — Graphische Vertheilung der Erdmassen und Bestimmung der Transportweiten — Querprofile.

" IV. Querprofile einer Straße in der Ebene und im Gebirge — Rampen — Materialplätze.

" V. Straßendohlen.

" VI. Wegweiser — Wehrsteine — Sitzbänke — Barrieren.

" VII. Straßenwalze — Kiesfortirungsmaschine — Maschine zum Kothabziehen und Fegen der Fahrbahn — Kastenmaß.

Eisenbahnbau.

" VIII. Verschiedene Längenprofile von ausgeführten Eisenbahnen.

" VIII. a Situationsplan einer Eisenbahn. Profil des lichten Raumes — Kurvenabstreckung.

" IX. Querprofile einer Eisenbahn.

" X. Oberbau einer Eisenbahn — Verschiedene Schienenformen — Stühle — Unterlagsplatten — Laschen.

" XI. Oberbau der badischen Staatsbahnen.

" XII. Eiserner Oberbau — Einzelunterstützungen und Querschwellensysteme.

" XIII. Eiserner Oberbau — Langschwellensysteme.

" XIV. Weichen- und Verbindungsgeleise.

" XV. Weichenconstructionen und Weichenböcke oder Excenters.

" XVI. Weichen und Kreuzungen.

" XVII. Weichen und Kreuzungen.

" XVIII. Einfache und englische Weiche.

" XIX. Drehscheiben.

" XX. Drehscheibe von 11·4 M. Durchmesser.

" XXI. Schiebebühne mit und ohne Grube.

" XXII. Dampfschiebebühnen.

" XXIII. Wegübergänge und Barrieren.

" XXIV. Barrieren.

" XXV. Bahnwartshäuser.

" XXVI. } Kleinere Stationen der bad. Staatsbahnen.
" XXVII. }

" XXVIII. Größere Stationen neuer Bahnen.

" XXIX. } Größere Stationen älterer Bahnen.
" XXX. }

" XXXI. Construction der Dachstühle für Hallen — Güterschuppen — Locomotivremisen.

" XXXII. Locomotivremisen — Speisungseinrichtung — Schlauchkästen.

" XXXIII. Speisungseinrichtungen auf verschiedenen Bahnen.

" XXXIV. Krahnen zur Speisung der Locomotiven.

" XXXV. Atmosphärische Bahnen.

" XXXVI. Construction verschiedener Locomotiven.

" XXXVII. Verschiedene Wagenconstructionen.

" XXXVIII. Schienenfabrikation — Verschiedene Werkzeuge zur Bahnunterhaltung.

" XXXIX. Signale.

Erster Abschnitt.

Von den Straßen im Allgemeinen.

Verzeichniß der Tafeln.

Tafel I. Bestimmung der allgemeinen Straßenrichtung — Höhenkarten — Horizontalkurven.

" II. Situationsplan mit Horizontalkurven zur Construction einer Straßenlinie.

" III. Straßennivellement — Graphische Vertheilung der Erdmassen und Bestimmung der Transportweiten — Querprofile.

" IV. Querprofile einer Straße in der Ebene und im Gebirge — Rampen — Materialplätze.

" V. Straßendohlen.

" VI. Wegweiser — Wehrsteine — Sitzbänke — Barrieren.

" VII. Straßenwalze — Kiessortirungsmaschine — Maschine zum Kothabziehen und Fegen der Fahrbahn — Kastenmaß.

Eisenbahnbau.

" VIII. Verschiedene Längenprofile von ausgeführten Eisenbahnen.

" VIII. A Situationsplan einer Eisenbahn. Profil des lichten Raumes — Kurvenabsteckung.

" IX. Querprofile einer Eisenbahn.

" X. Oberbau einer Eisenbahn — Verschiedene Schienenformen — Stühle — Unterlagsplatten — Laschen.

" XI. Oberbau der badischen Staatsbahnen.

" XII. Eiserner Oberbau — Einzelunterstützungen und Querschwellensysteme.

" XIII. Eiserner Oberbau — Langschwellensysteme.

" XIV. Weichen- und Verbindungsgeleise.

" XV. Weichenconstructionen und Weichenböcke oder Excenters.

" XVI. Weichen und Kreuzungen.

" XVII. Weichen und Kreuzungen.

" XVIII. Einfache und englische Weiche.

" XIX. Drehscheiben.

" XX. Drehscheibe von 11·4 M. Durchmesser.

" XXI. Schiebebühne mit und ohne Grube.

" XXII. Dampfschiebebühnen.

" XXIII. Wegübergänge und Barrieren.

" XXIV. Barrieren.

" XXV. Bahnwartshäuser.

" XXVI. } Kleinere Stationen der bad. Staatsbahnen.
" XXVII. }

" XXVIII. Größere Stationen neuer Bahnen.

" XXIX. } Größere Stationen älterer Bahnen.
" XXX. }

" XXXI. Construction der Dachstühle für Hallen — Güterschuppen — Locomotivremisen.

" XXXII. Locomotivremisen — Speisungseinrichtung — Schlauchkästen.

" XXXIII. Speisungseinrichtungen auf verschiedenen Bahnen.

" XXXIV. Krahnen zur Speisung der Locomotiven.

" XXXV. Atmosphärische Bahnen.

" XXXVI. Construction verschiedener Locomotiven.

" XXXVII. Verschiedene Wagenconstructionen.

" XXXVIII. Schienenfabrikation — Verschiedene Werkzeuge zur Bahnunterhaltung.

" XXXIX. Signale.

Von den Straßen im Allgemeinen.

§. 1.

Einleitung in den Straßenbau.

Die Vereinigung der Menschen, wenn sie einmal in den Verkehr wechselseitigen Austausches traten, mußte Verbindungswege nothwendig machen, denn wie die verschiedenen Arbeiten der Menschen sich trennten, so daß jede einzelne Familie nicht alle ihre Bedürfnisse selbst sich schaffen konnte, entwickelte sich der Tauschhandel. Aus diesem entstand nach und nach ein Austauschmittel, das Geld, sofort bildeten sich die Gewerbe und in deren weiterer Vervollkommnung das, was wir Industrie nennen. Je mehr sich diese entwickelte, um so weiter verbreitete sich der Verkehr und wenn anfänglich nur die nächsten Nachbarn ihre Bedürfnisse austauschten, so bezog man später gewisse Produkte aus andern Theilen der Erde.

Auf welche Art nun auch der Handel und Verkehr betrieben werden, so besteht immer die Nothwendigkeit, Waaren, also gewisse Lasten von einem Orte zum andern zu bringen, und die Einrichtung zu dieser Förderung nennen wir Communicationen oder Verbindungswege. Diese Communicationen können entweder Land- oder Wassercommunicationen sein, und wir begreifen unter den Landcommunicationen alle jene, bei welchen die Lasten von dem natürlichen Boden, unter Wassercommunicationen dagegen jene, bei welchen die Lasten von dem Wasser getragen werden.

Bei den ersteren, welche in dem vorliegenden Werke ausschließlich betrachtet werden sollen, ist die nächste Aufgabe: eine feste ebene Bahn herzustellen, auf welcher die bewegten Fahrzeuge einen möglichst kleinen Widerstand finden. Sie zerfallen in: Straßen und Eisenbahnen.

Unter Straßen verstehen wir Communicationen, welche aus einer Bahn bestehen, die auf ihre ganze Breite auf gleiche Art gebildet ist, so daß die Fahrzeuge nicht gezwungen sind, eine gewisse Spur einzuhalten. Eisenbahnen dagegen nennen wir jene Einrichtungen, bei welchen den Rädern der Fahrzeuge eine bestimmte unveränderliche Spur vorgeschrieben ist, von welcher sie sich nicht entfernen können.

Zu den hauptsächlichsten Mitteln für die Hebung des Wohlstandes und der Civilisation eines Landes gehört unstreitig die Vermehrung der Communicationen im Allgemeinen, und es kann daher auch das Verhältniß der Länge der Straßen, Eisenbahnen, schiffbaren Flüsse und Kanäle zu dem Gesammtflächeninhalt eines Landes füglich als Anhaltspunkt für die Beurtheilung des relativen Nationalwohlstandes dienen.

Wenn die Communicationen in ihrer Gesammtheit als die wirksamsten Mittel der fortschreitenden Cultur erscheinen, deren Einfluß auf die Erreichung der verschiedenen Zwecke der bürgerlichen Gesellschaft schon vielfältig nachgewiesen wurde, so gehören insbesondere die Landcommunicationen als Straßen und Eisenbahnen zu den Mitteln, wodurch die mannigfaltigen Glieder eines Staates aneinandergeknüpft und Staaten mit Staaten verbunden werden; welche ferner dem Städter die Beifuhr roher Materialien, sowie die Versendung verfertigter Waaren, dem Landmann den Verkauf mühsam erzogener Naturproducte erleichtern, und ohne welche endlich Fabriken und Manufacturen nicht emporkommen können. Gegenden, welche keine oder nur schlechte Verbindungswege haben, werden von Reisenden und Fuhrleuten vermieden, es verschwinden für die Bewohner derselben unzählige Vortheile, welche unerläßliche Bedingungen des Wohlstandes sind, von welchem zugleich die Kräfte des Staates abhängen. Diese Vortheile der Landcommunicationen erheben solche zu einem der wichtigsten und nothwendigsten Staatsbedürfnisse, folglich auch den dazu erforderlichen Kostenaufwand zu einer der unumgänglichsten Staatsausgaben, die durch die Beiträge der Unterthanen zur Staatskasse bestritten werden müssen. Die Eisenbahnen, als die bis jetzt vollkommensten Landcommunicationen, werden stets den ersten Rang einnehmen, sie werden in dem allgemeinen System der Communicationen eines Landes die Hauptlinien bilden, nach welchen sich der allgemeine Handelsverkehr hinzieht, nach welchen folglich auch von allen Seiten Zufahrtswege oder Straßen führen müssen. Die Straßen sind daher, obwohl sie an Wichtigkeit etwas verloren haben, seitdem man mit weit größerer Geschwindigkeit auf Eisenbahnen fährt, immer noch sehr wichtige Communicationen; sie müssen den Verkehr zwischen solchen Orten ermöglichen, welche entweder aus technischen oder finanziellen Gründen nicht durch eine Eisenbahn verbunden werden können; sie haben ferner den Zweck, alle nur einigermaßen bedeutende Orte mit einander zu verbinden und diese sowie sämmtliche wichtigere Orte eines Landes mit dem Hauptabsatzweg, der Eisenbahn, zu vereinigen.

§. 2.

Geschichtliches der Straßen.

Der ursprüngliche Verkehr auf dem Lande ging über die rohe Erdrinde, auf kunstlosen Wegen, wie wir sie noch jetzt in uncultivirten Ländern finden. Flüsse und Thiere dienten als Transportmittel, und als die zu trans-

portirenden Gegenstände so groß und schwer wurden, daß sie nicht mehr auf diese Weise fortgeschafft werden konnten, erfand man Schleifen oder Schlitten, benutzte Wagen mit Rollen und Rädern. Mit diesen fuhr man anfänglich auf dem gewachsenen Boden, mußte aber bald bemerken, daß die Weichheit und Unebenheit desselben einen bedeutenden Theil der Zugkräfte absorbirte und man ward dadurch auf das Abebnen und Ausgleichen der Erdoberfläche, sowie auf das Befestigen derselben in der Richtung des Verkehrs geführt, womit der Straßenbau erfunden war.

In denjenigen Staaten und unter solchen Regierungen wird zuerst der Anlage der Kunststraßen gedacht, welchen es nicht so sehr um Beförderung des Verkehrs und Belebung des Handels, als um Behauptung und Vergrößerung ihrer Macht zu thun war.

So sehen wir schon zur Zeit, als die gewaltige Semiramis das Reich der Assyrer beherrschte, und als unter den Persern Männer wie Cyrus und Xerxes auf dem Throne waren, die ersten Wegebauten, von denen die Geschichte berichtet. Diese Anlagen waren umfangreich und kostspielig, wie dieß aus Herodot's Beschreibung der sehr prachtvollen 100 Meilen langen Straße zwischen Susa und Sardes hervorgeht.

Auch in China sind sehr schöne bequeme und große Straßen, die selbst durch die hohen Gebirge und tiefen Thäler führen. Einige davon sind mit Bäumen bepflanzt, andere mit Mauern umgeben, um die angränzenden Ländereien zu schützen.

In Europa zeichneten sich die Römer hauptsächlich durch die Führung großer Heerstraßen aus. Schon Kaiser Vespasian ließ die Apenninen durchhauen, und Trajan führte, um die appische Straße anzulegen, einen Straßendamm durch die pontinischen Sümpfe. Die Kaiser Adrian, Antonius und Marcus Aurelius wandten gleichfalls auf den Straßenbau ihre besondere Aufmerksamkeit. Die römischen Hauptstraßen waren nicht allein gut angelegt, sondern auch mit allen Bequemlichkeiten und Verschönerungen, wie Meilenzeigern, Ruheplätzen, Aufsteigestufen für Reiter, Badeörtern, Tempeln, Triumphbogen, prächtigen Begräbnissen ꝛc. ꝛc. versehen. Gehen wir auf die neuere Zeit über, so finden wir z. B. in Frankreich im 6. Jahrhundert keine andern Wege als die, welche früher von den Römern angelegt waren. Erst Karl der Große (768—814) ließ die verfallenen italienischen Straßen wieder herstellen und seiner bedeutenden militärischen Unternehmungen wegen neue Heerstraßen bauen. Auch diese geriethen wieder in Verfall und es waren im Allgemeinen die Wege unter Karl VI. (1380—1422) in einem sehr zerfallenen Zustande, da die Einnehmer des Wegegeldes, die großen Landeigenthümer und Mönche sie schlecht unterhielten. Später unter Ludwig XII. fieng man erst wieder an, sich mehr um den Straßenbau zu bekümmern, indem man die Einnehmer des Weggeldes zwang, die Unterhaltung der Straßen und Brücken zu besorgen.

Wenn dieß auch anfänglich nur wenig helfen konnte, so gelang es doch

getheilt. Im Jahr 1817 gab es nur 94, im Jahr 1830 schon gegen 180 und im Jahr 1842 gegen 250 Meilen Staatsstraßen oder Chausséen. Der Frohndienst wurde 1839 aufgehoben.

In Baiern werden die Straßen in Staats-, Kreis- und Distriktsstraßen eingetheilt. Im Jahre 1822 befanden sich daselbst über 800 Meilen Kunststraßen, am Schlusse des Jahres 1825 schon 846 Meilen und gegen Ende 1842 etwa 960 Meilen. Seit 1832 werden alle Staatsstraßen von der Regierung angelegt und 6 Jahre hindurch unterhalten; dann übergibt man sie den verschiedenen Kreisen, worin sie liegen. Der Frohndienst wurde im Jahre 1817 und das Barrièrgeld im Jahre 1839 aufgehoben.

In Württemberg hatte man im Jahre 1823 nur gegen 280 Meilen, im Jahre 1842 dagegen über 300 Meilen Staatsstraßen.

In Sachsen fanden sich im Jahr 1842 gegen 300 Meilen Staatsstraßen.

In Baden hatte man bis zum Jahr 1834 gegen 511 Stunden Staatsstraßen und Vicinalwege; bis zum Jahre 1868 finden sich schon gegen 700 Stunden Staatsstraßen und Vicinalwege.

In Hessen gab es bis zum Jahre 1842 gegen 100 Meilen Staatsstraßen; der Frohndienst ist hier wie auch in den benachbarten Ländern längst aufgehoben worden*).

In den meisten deutschen Staaten wurde erst in diesem Jahrhundert der Straßenbau in die Hände wissenschaftlich und praktisch gebildeter Ingenieure gegeben; die Folge davon war, daß die Straßen nicht allein bedeutend besser wurden, sondern auch weniger Geld kosteten, wie früher.

§. 3.

Die Erdoberfläche und deren Straßenbaumaterialien.

Der Straßenbau ist eine theilweise Umgestaltung der Erdoberfläche, eine Veränderung der Lage der sie bildenden mineralischen Massen. Letztere in ihrer ursprünglichen festen Form, als Steine, oder in ihrer Auflösung, als Erden, bilden das Material zur Construktion und Unterhaltung der Straßen.

Der Straßenbaumeister hat sich daher vor Allem die Kenntniß der Natur des Erdbodens zu verschaffen und dazu gehört: die Kenntniß der Mineralien oder Oryktognosie, jene ihrer Bestandtheile oder Chemie, jene der auf sie wirkenden Kräfte oder Physik und jene der Gesetze ihrer Verbindung oder Geognosie.

In dem Folgenden soll nur kurz dasjenige aus diesen Theilen der Naturwissenschaft hervorgehoben werden, was zunächst Anwendung auf den Straßenbau findet.

A. Struktur der Erde. Die Erdmasse besteht, soweit wir sie kennen gelernt haben, aus Gesteinen, welche meist von dem Producte ihrer Zerstörung und Auflösung überdeckt sind.

*) V. Steenstrup, Leitfaden z. Anlage und Unterhaltung der Landstraßen. Copenhagen 1843.

Die Struktur dieser Gesteine ist verschieden. Sie ist entweder:

1) einfach, bei Gesteinen von gleichartiger Masse, reinem Kalk, Gyps, Quarz, Thonschiefer, Steinkohle; oder
2) körnig, bei ineinandergreifenden verschiedenartigen Mineralien, wie beim Granite; oder
3) schiefrig, wenn sich die Masse in Blättern von verschiedener Mineralmasse abtheilt, wie beim Gneiße, Glimmerschiefer u. a. m.,
4) porphyrartig, wenn sich in einer gleichartigen Masse größere eingestreute Krystalle unterscheiden lassen, wie bei den verschiedenen Porphyrarten,
5) mandelsteinartig, wenn sich in einer gleichartigen Masse Blasenräume befinden, die mit irgend einem Mineral angefüllt sind,
9) trümmerartig, wenn aus älteren Gebirgsmassen herrührende Trümmer und Körner durch ein jüngeres Bindemittel in eine Masse vereinigt sind, wie bei der Grauwacke, den Conglomeraten, Brekzien und Sandsteinen.

Die losen Erden, welche über die festen Gebirgsmassen verbreitet vorkommen, sind sämmtlich Theile von aufgelösten oder verwitterten Mineralien, und da die Hauptmasse sämmtlicher Gebirgsarten aus Thon-, Kiesel- und Kalkerde besteht, so besteht auch die lose aufliegende Erdmasse aus diesen Bestandtheilen.

B. Durch Naturkräfte erfolgende Veränderungen auf der Erdoberfläche.

a) Wirkungen der Luft.

Diese Wirkungen sind entweder chemisch oder mechanisch. Die Luft besteht bekanntlich aus Stickstoff, Sauerstoff und etwas Kohlenstoff. Diesen bildenden Elementen ist mehr oder weniger Wasserdunst beigemengt, welcher wieder aus Sauerstoff and Wasserstoff besteht. Alle diese Materien gehen mit den mineralischen und organischen Körpern verschiedenartige Verbindungen ein. Frühere Verbindungen werden dadurch aufgehoben und neue hervorgebracht; nur bilden im Mineralreiche die neuen Verbindungen weit seltener feste Massen, als Zersetzungen, woher es auch kommt, daß die Erdoberfläche mit einer Rinde loser, nicht krystallinisch verbundener Mineraltheilchen, die von zerstörten ältern Gebirgsbildungen herrühren, überlagert ist.

Mechanische Wirkungen werden durch den Wind hervorgebracht; dieser führt die bereits durch andere Kräfte von den festen Massen getrennten Theilchen von einem Ort zum andern. Von besonders großer Wirkung ist der Wind öfters in Ebenen, worin sich größere Massen von Flugsand befinden; dieselben werden zuweilen auf weite Strecken fortgetrieben und bilden Ablagerungen in Form von langen Hügeln.

b) Wirkungen des Wassers.

Auch diese Wirkungen sind entwender chemisch oder mechanisch.

Das Regenwasser, welches rein in den Schooß der Erde eingedrungen, löst darin verschiedene Substanzen auf und tritt mit diesen verbunden als Quelle wieder hervor. Diese immer fortgesetzte Auflösung und Hinwegführung fester Massen muß mit der Zeit gewisse Höhlungen im Innern der Gebirge erzeugen, daher je nach der Beschaffenheit der letzteren die unterirdischen Grotten, welche nicht selten Tropfsteinbildungen zeigen, oder die Einsenkungen des Bodens, welche man so häufig in gebirgigen Gegenden findet. Die mechanische Einwirkung des Wassers auf die Erdoberfläche ist wieder verschieden je nach der Natur des Bodens, der Lage und Mächtigkeit der Erdschichten. Das als Regen herabfallende Wasser dringt zum Theil in die Erdoberfläche ein, zum Theil fließt es auf derselben frei ab. Besteht die obere Erdmasse aus grobem Sande, so wird das Wasser durch die Cohäsion nicht so sehr zurückgehalten wie beim feinen Sande. Es durchdringt daher schnell die ganze Masse und gelangt bis auf die darunter liegende Erdschichte; kann es hier nicht eindringen, so läuft es auf derselben nach der tiefsten Stelle fort und tritt zuletzt an irgend einer Stelle der Erdoberfläche als Quelle wieder hervor. Beim Thonboden dringt das Wasser nur sehr langsam ein, bei anhaltender Näße wird die Oberfläche zwar durchdrungen und erweicht, allein ein vollständiges Durchsickern des Wassers findet nicht statt, dasselbe gleitet vielmehr zum größten Theil auf der Oberfläche ab und strömt einer tieferen Stelle zu.

Ganz reiner Thon und reiner Sand finden sich nicht häufig in großen Massen; dagegen kommen beide Bodenarten in unendlich vielen Verhältnissen gemengt vor. Je mehr Sand dem Thon beigemengt ist, desto schneller wird die Masse vom Wasser durchdrungen, und es wird für den Straßenbau dasjenige Mengungsverhältniß das beste sein, wenn blos die Zwischenräume der Sandkörner mit Thon ausgefüllt sind; die Sandkörner dienen unter solchen Verhältnissen während der Erweichung der Thonerde zur wechselseitigen Stütze und beim Erhärten der letztern und Abtrocknen der Masse dient der Thon zum Verbande der Sandkörner. *Dieses Mengungsverhältniß, wo sich also die Sandmasse zur Thonmasse wie 53: 47 verhält, ist somit dasjenige, welches im nassen Zustande nicht weich und im trockenen nicht unzusammenhängend wie der reine Sand ist.* Das auf der Erdoberfläche herabziehende Wasser wird von verschiedenem Einflusse auf dieselbe sein, je nach ihrer Neigung und den Bestandtheilen derselben. Je größer die Neigung des Bodens, desto bedeutender ist die Geschwindigkeit und die Kraft des Wassers, dasselbe wird somit alle Erdtheile, welche als Unebenheiten des Bodens erscheinen, hinwegführen, wenn sie nicht genügenden Widerstand zu leisten vermögen. Besteht die Wasserbahn aus krystallinischem Gebilde, so findet nicht leicht ein Abreißen und Fortführen einzelner Theile derselben statt. Dasselbe ist bei reinem Thonboden der Fall, da deren Oberfläche sich wohl erweicht und glatt wird, allein den Einwirkungen des bewegten Wassers länger widersteht wie jede andere Erdart. Von der auf

der Erdoberfläche lose aufliegenden Erdmasse gilt daher auch die Regel, daß je weniger Thontheile sie beigemengt enthält, desto leichter wird sie vom bewegten Wasser hinweggeführt.

In den Theilen der Erde, in welchen das Wasser durch das Gefrieren aus dem flüssigen Zustande in den festen übergeht, äußert es noch einen andern nachtheiligen Einfluß auf die Veränderung der Erdoberfläche, denn in dem Augenblicke seiner Verwandlung nimmt es einen Raum ein, der sich zu dem seines tropfbarflüssigen Zustandes wie 11: 9 verhält. Die Zeit des Aufthauens ist daher für einen großen Theil der Erdoberfläche eine Zeit der Auflösung, und wenn hier nicht andere Naturkräfte die Erdmassen zusammenhalten, so folgen sie dem Gesetz der Schwere, zu steile oder senkrechte Erdwände stürzen ein und bilden Anhäufungen loser Erdtheile.

Gesellen wir den hier aufgezählten Kräften, wodurch Veränderungen der Erdoberfläche bewirkt werden, noch jene der Vulkane und Erdbeben bei, so werden wir uns beinahe alle Erscheinungen erklären können, die auf derselben vorkommen, wir werden die Ursachen der jetzigen Gestalt derselben auffinden und die Folgen der gegenwärtig wirkenden Kräfte voraussehen lernen. Wir werden aber auch zu der Erkenntniß kommen, daß allenthalben in einiger Tiefe sich festes, zum Straßenbau mehr oder weniger taugliches Gestein vorfindet, daß die aufgeschwemmte Erdmasse in den Thälern und Niederungen am mächtigsten, dagegen auf den Abdachungen der Berge um so weniger mächtig ist, je steiler sie abgeböscht sind, und daß sie ganz verschwindet oder der Felsen zu Tage steht, wenn die Neigung der Abdachungen eine gewisse Gränze erreicht.

C. Steine. Indem man die Erde hauptsächlich zur Bildung des Straßenkörpers verwendet, benützt man die Steine zur Befestigung desjenigen Theils desselben, worauf die Lasten fortbewegt werden sollen. Diese zum Bau und zur Unterhaltung der Straßen brauchbaren Steine werden entweder aus den Steinbrüchen, Kiesgruben und Flußbetten gewonnen, oder es werden Feldsteine und Gerölle hiezu benutzt.

Als allgemeine Kennzeichen der Güte der Steine zur obern Lage der Straßenfahrbahnen können etwa folgende angesehen werden:

1) Ein dichtes gleichartiges Aussehen des Bruchs;
2) großes specifisches Gewicht;
3) Abwesenheit aller Zerklüftung in den einzelnen Stücken.

Die Schwierigkeit des Zerschlagens kann zwar auch als Kennzeichen der Güte gelten, allein sie giebt keinen genauen Maßstab, weil das dichtere Gestein wegen seiner Sprödigkeit öfers leichter zerspringt, als das minder feste und poröse.

Die für den Straßenbau wichtigen Steinarten sind folgende:

1) Granit. Alle Gattungen des Granits sind zur Grundlage der Steinbahnen geeignet, zu den obersten oder Decklagen jedoch nur diejenigen, welche wenig Feldspath enthalten. Zu Werkstücken sowie zu Pflastersteinen

namentlich wenn die Karte mit vielen Höhenpunkten versehen ist, eine Straße mit ihren einzelnen Hauptrichtungen ziemlich bestimmt festzustellen.

Auf den Karten einer Gegend, welche im $^1/_{25000}$ bis $^1/_{20000}$ verzeichnet sind, kann man Gegenstände von 6 bis 15 Meter noch gut abgreifen, und dieselben sind, wenn sie mit Höhenkoten versehen, oder was noch vorzuziehen ist, mit Horizontalkurven aufgenommen wurden, vollkommen entsprechend, um über das Alignement und allgemeinen Gefällsverhältnisse einer Straßentrace ein sicheres Urtheil zu erlangen und darauf hin annähernde Voranschläge aufzustellen.

Auf Karten, die zwischen $^1/_{10000}$ und $^1/_{5000}$ der wahren Größe aufgenommen sind, und auf denen sich noch Dimensionen von 3 bis 4 Meter abgreifen lassen, können schon die einzelnen Detailarbeiten im Allgemeinen beurtheilt werden, jedoch ist dieser Maßstab für die Anfertigung definitiver Kostenanschläge immer noch zu klein. Erst Situationsplane von $^1/_{2500}$ bis $^1/_{2000}$ bis $^1/_{1000}$ der wahren Größe sind geeignet, um die in denselben eingezeichneten Straßenzüge im Detail zu beurtheilen und in Ausführung zu bringen.

Außer diesen Situationsplänen, die immer nur auf eine gewisse Breite rechts und links von der projectirten Straßenlinie aufgenommen werden, sind noch genauere Aufnahmen des Terrains, auf welchem die Straße angelegt werden soll, erforderlich, um die einzelnen Arbeiten, als den Auf- und Abtrag, den Wasserablauf, die Seitengräben, Durchlässe und Brücken, Futter- und Stützmauern u. dgl. m. bestimmen und berechnen zu können.

2) Wenn gleich das Terrain bisweilen durch die auf dem Plane angegebenen Horizontalkurven ziemlich genau bestimmt ist, so hat man doch, um eine deutliche Uebersicht im Ganzen zu bekommen, Längen- und Quer-Nivellements nöthig, und in dieser Beziehung erscheint es immer angemessen und fast unerläßlich, einen Längendurchschnitt des Terrains und der projectirten Straße nach dem Maßstabe der Situation anzufertigen, jedoch die auf einem beliebig angenommenen Horizont reduzirten Höhen und Tiefen in einem Maßstabe, der 20 mal so groß ist, als der des Plans, aufzutragen.

Die Querprofile werden besonders da aufgenommen, wo die Oberfläche des Terrains sich verändert, und wo es in dieser Richtung nicht horizontal ist, gewöhnlich wenigstens auf jede 100 bis 300 Fuß oder 60 bis 180 Meter und bei großen und schnellen Veränderungen, sowohl in vertikaler als horizontaler Richtung selbst bis auf je 6 bis 10 Meter.

In den Querprofilen sind zugleich die Querschnitte der Straßen mit Graben ꝛc. anzudeuten.

Endlich werden die sogenannten Kunstarbeiten, Durchlässe, Brücken in einem noch größern Maßstabe zwischen $^1/_{200}$ und $^1/_{20}$ der wahren Größe gezeichnet, je nachdem nur größere oder kleinere Details dabei vorkommen.

3) Um ein Straßenproject auszuarbeiten, genügt es aber nicht, die Oberfläche des Terrains zu kennen, man muß auch petrographische Untersu-

gungen anstellen, d. h. den Boden untersuchen, um zu erfahren, in wie weit derselbe für die Anlage fest genug ist, und die nöthigen [illegible] Materialien enthält, oder wo man die fehlenden zu suchen hat. Wo die Straßen über Gebirge und Felsengrund gehen, sind in dieser Beziehung weniger Untersuchungen nöthig, denn da der Grund fest genug ist und die Materialien gewöhnlich hier im Ueberflusse vorhanden, so ist es nur nöthig, die Gebirgsformation so weit zu untersuchen, als es Noth thut, Felsen zu sprengen. Um in dem aufgeschwemmten Boden den Grund kennen zu lernen, und die nöthigen Materialien zu erhalten, können Untersuchungen in bedeutender Tiefe bisweilen nöthig werden und sind geognostische Karten von großem Vortheil.

Ebenso sind hydrographische Untersuchungen unerläßlich, durch welche der Stand des Grundwassers, und [illegible] Veränderungen bei den stillstehenden oder fließenden Gewässern vorgenommen werden müssen, die Tiefen und Gefälle dieser letztern ausgemittelt werden. Besonders in niedern Gegenden hat man die nöthigen Daten für die Ableitung des Grundwassers aufzunehmen.

4) Um eine zweckmäßige Straßenrichtung zwischen gegebenen Punkten zu ermitteln, sind also petrographische, hydrographische und geognostische Vorstudien zu machen und es muß dazu vor Allem eine sorgfältige Recognoscirung der betreffenden Gegend vorgenommen werden.

Erst wenn durch diese Recognoscirung die Hauptpunkte der Straßentrace festgestellt sind, werden die Vermessungen des Terrains und die Nivellements ꝛc. eingeleitet.

In gebirgigem Terrain hat sich der Ingenieur zur Ermittlung der Hauptpunkte der Straßentrace nach den vorhandenen Generalkarten eines Landes zu instruiren, wobei ihm besonders die Richtungen der Wasserscheiden und Thalwege von Bedeutung sind.

Wenn man nämlich einen ziemlich ausgedehnten Landstrich betrachtet, so wird man Gebirgsketten und Gewässer bemerken, und wenn man eine dieser Ketten genau untersucht, so wird man wahrnehmen, daß man auf ihrem Kamme eine Linie ziehen kann, von welcher die Tagewasser theils nach dem einen, theils nach dem andern Abhange hin abfließen. Fließen diese Wasser in zwei verschiedene Flüsse, so heißt die Linie, welche von den Meeresküsten zu beiden Seiten der Flußmündung ausgeht, und diesen Fluß bis zu seiner Quelle hinan vollständig umfaßt, die Wasserscheide.

Der Theil des durch die Wasserscheide umschlossenen Landes heißt Flußgebiet.

Der Fluß folgt nothwendig der Linie, welche durch sämmtliche niederste Punkte des Flußgebiets geht, welche Linie der Thalweg heißt.

Mit den Gebirgsketten, deren Wasserscheiden die Flußgebiete trennen und die man Hauptgebirgsketten nennt, verbinden sich noch andere, welche sekundäre Ketten heißen und deren Wasserscheiden beinahe senkrecht auf der der Hauptkette stehen; und an diese sekundären Ketten schließen sich wieder tertiäre Ketten

an, deren Wasserscheiden nahezu senkrecht auf denen der sekundären Ketten stehen und somit parallel mit der der Hauptkette sind.

Zwei benachbarte tertiäre Ketten werden durch einen Thalweg getrennt, der die Wasser der zugehörigen Abhänge in den Thalweg führt, welcher die beiden benachbarten sekundären Ketten trennt, und dieser sekundäre Thalweg führt die Wasser, die dort zusammenfließen, in den Hauptthalweg. In Fig. 1 Taf. I. sind AA und BB 2 Hauptthalwege, D,D sind sekundäre und F,F tertiäre Thalwege; CC ist die Hauptwasserscheide; E,E sind sekundäre und G tertiäre Wasserscheiden; von den Thalwegen F,F gehen wieder andere J,J, von den Wasserscheiden G,G wieder andere H,H u. s. f. Diese Beziehungen, welche zwischen den Thalwegen und den Gebirgsketten bestehen, und die nachfolgenden Betrachtungen können dazu dienen, mit Hülfe einer guten Karte nicht nur die Lage einer Wasserscheide, sondern auch ihren niedersten Punkt, wo man in der Folge die Straßen durchzuführen hat, ohne weitere Vorarbeiten zu bestimmen:

a) Die Wasserscheide einer Gebirgskette ist, ohne weder in horizontaler noch in vertikaler Richtung etwas Geometrisches zu haben, doch ihrem allgemeinen Zug nach nahezu eine gerade Linie; sie ist immer in derselben Richtung geneigt wie der Thalweg.

b) Wenn einer Wasserscheide an einem und demselben Punkte zwei oder mehrere sekundäre Wasserscheiden begegnen, so muß dieser Punkt der höchste sein. Fig. 2.

c) Wenn einer Wasserscheide 2 Thalwege begegnen, so muß der gemeinschaftliche Begegnungspunkt der relativ niedrigste Punkt sein. Fig. 3.

d) Wenn einer Wasserscheide eine sekundäre Wasserscheide und ein desgleichen Thalweg begegnet, so zeigt sich hier eine horizontale Biegung am Begegnungspunkt, übrigens ohne etwas besonders Bemerkenswerthes in Beziehung auf vertikale Erhebung.

e) Wenn 2 Thalwege, nachdem sie parallel waren, in entgegengesetzten Richtungen auseinander gehen, so ist der Punkt, wo diese verlängerten Thalwege der Wasserscheide begegnen, nothwendig der niedrigste Punkt. Wenn somit AA und BB Fig. 4 die Thalwege, BC und AC die Abdachungen, D'R die Wasserscheide darstellen, so findet man, daß R',R der tiefste Punkt des Rückens ist.

f) Wenn die zwei Thalwege auf eine gewisse Strecke parallel sind, aber in entgegengesetzter Richtung sich senken, so muß die Wasserscheide in dem Zwischenraum, der die beiden Quellen trennt, am niedrigsten liegen. Wenn AA und BB Fig. 5 die Thalwege, CA und C'B ihre Nivellements darstellen, so findet sich einfach durch Construction, daß der Punkt R',R der tiefste ist.

§. 5.

Breite der Straßen.

Die Breite der Straßen hängt von der Weite der Wagenspuren, der Breite der Wagenladungen und der Größe des Verkehrs ab.

Die römischen Straßen hatten höchstens eine Breite von 30 bis 40 röm. Fuß (9 bis 12 Mtr.)

In Frankreich wurde im Jahre 1720 verordnet, daß den königlichen Straßen eine Breite von 18 Mtr. und den sonstigen größern Straßen eine Breite von wenigstens 12 Mtr. gegeben werden sollte. Später sah man ein, daß die Breite von 18 Mtr. nur in der Nähe großer Städte nöthig wäre, aber sonst ohne Nutzen dem Ackerbau zu viel Land raubte, und im Jahr 1776 wurde die Breite der verschiedenen Straßen nach ihrer Wichtigkeit für den Handel näher bestimmt und sie wurden in 4 verschiedene Klassen eingetheilt.

Die Straßen 1ster Klasse erhielten 14 Mtr.
" " 2ter " " 12 "
" " 3ter " " 9 "
" " 4ter " " 8 "

Letztere Breite wurde durch eine Verordnung vom Jahre 1805 auf 6 Mtr. reducirt.

Die obigen Breiten sind angegeben ohne Graben und Böschungen. Die ersteren sollen angelegt werden, wenn sie für den Grundbesitz oder den Abfluß des Wassers erforderlich sind.

Umpfenbach*) bestimmt, daß die geringste Breite, welche man einer Straße geben kann, die nicht von schweren Fuhrwerken befahren wird, folgende sein muß:

1) Pfad für 2 Fußgänger	3	Fuß rhein.
2) Steinbahn für 2 beladene Wagen, welche sich ausweichen	12	" "
3) Raum zum Aufsetzen des Straßenmaterials . . .	3	" "
Zusammen . .	18	Fuß rhein.

Einer stark befahrenen Handelsstraße gibt er folgende Breite:

a) ohne Sommerweg

1) Fußweg	8′
2) Fahrbahn	20′
3) Reitweg und Materialien	8′
Zusammen . .	36′

b) mit Sommerweg

1) Fußweg und Materiglien	10′
2) Fahrbahn	20′
3) Sommerweg	16′
Zusammen . .	46′

*) Umpfenbach, Theorie des Neubaues, der Herstellung und Unterhaltung der Kunststraßen. Berlin 1830.

Rechmann nimmt an, daß die größte Breite eines Lastwagens 10′ sei, und glaubt daher, daß eine Breite von 20′ für die Fahrbahn einer Hauptstraße vollkommen hinreichend ist. In der Nähe großer Städte kann die Breite 24 bis 26′ betragen. Bei minder wichtigen Straßen gibt er nur der Fahrbahn 14 bis 15′.

Nach der preußischen Anweisung darf die Breite der Straße nicht über 40′ und nicht unter 24′ preuß. sein.

Für Straßen mit einem Sommerwege ist die Vertheilung folgende:

Breite des Planums.	Breite der Steinbahn.	Sommer-weg.	Material-bankett.	Fuß-weg.
Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß.
40	16	12	6	6
36	16	12	5	3
32	14	10	5	3
30	14	10	4	2
Für Straßen ohne Sommerweg:				
36	24	0	6	6
32	20	0	6	6
30	20	0	6	4
24	16	0	5	3

Die Hauptstraßen in Bayern, Mähren, Böhmen und Galizien hatten am Anfange dieses Jahrhunderts eine Breite von 20 bis 24′, in Tyrol, Schwaben und Steiermark von 15 bis 24′, in der Schweiz von 10 bis 24′ und in Sachsen von 20 bis 30′.

Nach der dänischen Wegeordnung vom Jahre 1841 soll den Hauptlandstraßen eine Breite von 24 bis 32′, den kleinern Landstraßen von 20 bis 24′, den Gemeindewegen von 16′ gegeben werden.

In England erhalten die Hauptstraßen eine Gesammtbreite von 24 bis 27·5′ und haben 18′ breite Steinbahnen; in der Nähe großer Städte ist die Breite 55′.

Im Großherzogthum Baden erhalten die Hauptstraßen eine Breite von 28 bis 32′ oder 8·4 bis 9·6 Mtr.; die minder wichtigen Straßen 20 bis 24′ oder 6 bis 7·2 Mtr.; die Vicinalwege 16 bis 20′ oder 4·8 bis 6 Mtr.

Je geringer die Breite einer Straße angenommen wird, desto leichter ist die Oberfläche der ganzen Fahrbahn in gutem Zustande zu erhalten. Die Ausgaben für Grundentschädigungen, der Aufwand für die Erdarbeiten werden geringer, es wird weniger Gelände der Kultur entzogen, was zuweilen von großer Wichtigkeit sein kann. Daraus geht hervor, daß man die Straßenbreite nicht größer nehmen sollte, als absolut nöthig ist. In jedem Falle muß die Straßenbreite so bestimmt werden, daß sich zwei der breitesten geladenen Wagen ausweichen können. Nur bei Straßen an sehr steilen Gebirgswänden wird man sich zuweilen auf die einfache Breite beschränken und von Zeit zu Zeit an schicklichen Stellen Ausweicheplätze anlegen. Die Breite eines

großen beladenen Güterwagens ist 2·7 bis 3 Mtr., eines mittelgroßen Wagens dagegen nur 1·8 bis 2·1 Mtr. Für den ersten Fall hat man daher eine Straßenbreite von 5·4 bis 6 Mtr., für den letztern von 3·6 bis 4·2 Mtr. nothwendig. Nimmt man nun an, daß das Rad eines beladenen Wagens nicht ganz auf den Rand der Straße kommen darf, und daß sich gleichzeitig auf derselben Stelle, wo die Wagen einander ausweichen, auch noch Fußgänger oder Reiter begegnen können, so wird es räthlich erscheinen, zu der obigen Breite noch etwas zuzuschlagen. Nach den Erfahrungen genügt nun ein Zuschlag von 0·9 bis 1·2 Mtr. auf jede Seite für Hauptstraßen, und es ist daher die Gesammtbreite = 7·2 bis 8·4 Mtr. Für minder wichtige Straßen genügt ein Zuschlag von 0·6 bis 0·9 Mtr., daher Gesammtbreite 4·8 bis 6 Mtr.

In der Nähe großer Städte fügt man häufig noch zu den benannten Straßenbreiten besondere Fuß- und Reitwege von 1·8 bis 3 Mtr. Breite bei, und betrachtet solche als besondere Parallelwege, welche durch ein kleines Gräbchen getrennt sind.

Die oben angeführten Straßenbreiten lassen ohne Gefahr für die Fuhrwerke keine weitere Beschränkung zu und es können daher auch die Materialien zur Unterhaltung nicht neben der Fahrbahn gelagert werden, vielmehr sind besondere Materiallagerplätze in Entfernungen von 90 bis 120 Mtr. anzulegen. Die Größe der Materiallagerplätze richtet sich nach dem jährlichen oder halbjährlichen Bedarf an Unterhaltungsmaterial, welcher Bedarf verschieden ist, je nach der Frequenz und Güte des Materials.

In Baden erhalten die Materiallagerplätze in der Regel eine Länge von 15 und eine Breite von 2·5 Mtr.

Zweiter Abschnitt.

Allgemeine Straßenrichtung und Längenprofil der Straßen.

Allgemeine Straßenrichtung und Längenprofil der Straßen.

§. 6.

a. Allgemeine Straßenrichtung.

Der Hauptzweck der Straßen ist, Lasten mit dem geringsten Kraftaufwande auf Fuhrwerken fortzuschaffen. Wie die Fuhrwerke beschaffen sein müssen, um der geringsten Zugkraft auf einer Straße zu bedürfen, werden wir später untersuchen; die Straßen selbst müssen möglichst kurz sein, schwache Gefälle haben, und ihre Oberfläche muß immer glatt und fest erhalten werden. Den zwei ersten Bedingungen wird durch das Auffinden der besten Straßenlinien genügt, die Erfüllung der letztern hängt von der Bauart der Fahrbahn und deren Unterhaltung ab, worauf wir später zurückkommen werden.

Bei Aufsuchung einer Linie für eine gewöhnliche Straße ist der Ingenieur weit weniger durch die Natur des gebräuchlichen Fuhrwerks beschränkt, wie bei jeder andern Communication.

In der Ebene und in flach hügeligtem Terrain wäre in der Regel das einfachste Mittel, die kürzeste Straßenlinie zwischen zwei Punkten zu finden, eine Vertikalebene durch diese zu führen, deren Durchschnitt mit dem Terrain die Straßenlinie gäbe; allein es werden stets Abweichungen von der geraden Linie deßhalb vorkommen müssen, weil eine Straße hauptsächlich so viel wie möglich bewohnte Orte berühren und über solches Terrain geführt werden soll, welches sich für den Bau und die Unterhaltung derselben am besten eignet und bezüglich der nöthigen Kunstbauten die geringsten Kosten veranlaßt.

In mehr hügeligtem und gebirgigem Terrain ist die gerade Linie meist deßhalb unzulässig, weil die vertikale Ebene die Bergwände häufig nach steil ansteigenden Linien schnitte, auf welchen kein Fuhrwerk fortkommen könnte.

Hier sind die Bergrücken und Thalebenen und besonders die Wasserscheiden und Thalwege diejenigen Theile des Terrains, welche ihres geringen Gefälles wegen für die Straßenlinien geeignet sind. Die Straßen, welche den Wasserscheiden folgen, heißen Hochstraßen; diejenigen, welche den Thalwegen folgen, Thalstraßen; diejenigen, welche zur Vereinigung beider geführt werden, Steigen.

§. 7.

Da der innere Verkehr eines Landes, sowie der Ackerbau bedeutender in den Thälern, als auf den Gebirgen ist, so sind die Thalstraßen besonders zu berücksichtigen. Ihre Vorzüge vor den Hochstraßen sind:

1) Sie sind bequemer zu befahren, weil das Steigen und Fallen der Thalebenen geringer ist, als das der Wasserscheiden.
2) Die nöthigen Materialien befinden sich gewöhnlich in den Thalwänden und am Thalwege, also in der Nähe der Straße; sie sind daher bei den Thalstraßen bergabwärts beizuschaffen, wodurch die Preise wohlfeiler werden, als wenn umgekehrt diese Materialien bergauf zur Hochstraße geführt werden müßten.
3) Die Reise in den Thalebenen ist weit angenehmer und bequemer als auf den Bergrücken.

Dagegen haben die Thalstraßen folgende Nachtheile:

1) Die Communication kann leicht durch Hochwasser des Thalflusses oder durch Schneeverwehungen und Erdabrutsche unterbrochen werden.
2) Sind sie der Sonne und den Winden weniger ausgesetzt, und erfordern daher größere Unterhaltungskosten.
3) Die kostspieligen Kunstarbeiten, als Brücken, Futtermauern, Viaducte, Durchlässe ꝛc. kommen bei den Hochstraßen seltener vor.
4) Der Grund und Boden, worauf die Straße geführt wird, ist in der Regel in der Thalebene theurer als auf den Bergrücken.
5) Die größeren Thäler, besonders im Mittelgebirge und Hügellande, haben nicht selten so beträchtliche Krümmungen, daß der Thalweg in horizontaler Richtung öfters doppelt so lang wird, als der kürzeste Abstand zwischen den Punkten, die durch den Weg in Verbindung gesetzt werden sollen.
6) Wenn die Thalebene nicht breit ist oder niedrig liegt, und die Straße also zum Theil in den Bergabhang gelegt werden muß, so kosten die Erd- und Felsenarbeiten weit mehr als die der Hochstraßen.

Im Allgemeinen betreffen jedoch diese Nachtheile nur solche Punkte, welche durch einen Mehraufwand beseitigt werden können. Aus technischen und staatswirthschaftlichen Gründen wird man nur bei tief liegendem Lande, wo die Thäler häufig feucht und sumpfig sind, wo stets Schneeverwehungen oder gefährliche Erdabbrüche vorauszusehen sind, wo die bewohnten Orte auf den Hochebenen liegen, und wo die zum Bau und zur Unterhaltung nöthigen Materialien gewöhnlich schlechter werden, je niedriger der Boden ist, die Wahl einer Hochstraße billigen können.

Die Lage einer Thalstraße wird durch folgende Bedingungen näher bestimmt:

1) Von der Wichtigkeit der Communication muß es abhängen, ob man die Straße über dem höchsten Wasserstande, der im Thale je stattgefunden

hat, oder nur über den weniger hohen, aber öfters eintretenden Wasserständen, oder endlich über dem höchsten jährlichen Wasserstande anlegen muß. Am besten ist es natürlich, wenn die Straße immer trocken sein kann, allein diese Bedingung ist bisweilen wegen des Kostenpunktes schwer zu erfüllen. Eine Straße, die nur kurze Zeit unter Wasser gesetzt wird, kann sich dennoch in gutem Stande erhalten. Bei geringer Strömung und wenn die Wasserhöhe über der Bahn nicht mehr als 0·3 Mtr. beträgt, die Richtung der Straße durch Bäume bezeichnet und der Verkehr nicht bedeutend ist, kann die Straße ohne Gefahr bei Tag passirt werden.

2) Die Straße darf nicht so dicht an den Wasserlauf gelegt werden, daß Schutzmittel zur Verhinderung schädlicher Einwirkungen des Wassers, blos wegen der Straßenanlage, auf einer längern Strecke anzubringen sind. Kann jedoch gleichzeitig eine Abdeichung damit bezweckt werden, so erscheint zuweilen eine solche Lage der Straße gerechtfertigt.

3) In steilern Gebirgen darf man, wenn es nur auf irgend eine Weise möglich ist, nicht die Straße in der Thalwand oder dicht an derselben anlegen, denn sie wird hier bei starken Regengüssen, wie auch beim Aufthauen des Schnees zu sehr dem schnellen Hinunterlaufen des Wassers ausgesetzt, und die Straße, oder wenigstens ihr Graben an der Thalwand, wird immer durch Gerölle verwitterter Steine und Sand ausgefüllt, wodurch die Unterhaltungskosten vergrößert werden.

4) Um das Austrocknen des Straßenkörpers zu befördern, wodurch die Unterhaltungskosten verringert werden, soll sie, besonders in engen Gebirgsthälern, so angelegt werden, daß die Sonnenstrahlen den größten Theil des Tages frei auf sie fallen können, d. h. vorzugsweise an der südlichen oder westlichen Seite des Thals (Sommerseite).

5) Ist das Thal sehr eng und sind weit vorspringende schmale Bergrücken vorhanden, die kein Vorland haben, so muß der Berg zuweilen durchstochen werden, welches am besten zu Tage geschieht, wenn die größte Höhe nicht über 15 Mtr. beträgt; wird sie aber höher, so ist es in der Regel ökonomisch vortheilhafter, mit einem Tunnel durch den Bergrücken zu gehen; wird dieser Tunnel länger als 150 Mtr., so sollten nothwendig vertikale Schächte abgetauft werden, um gehöriges Licht zu erhalten.

§. 8.

Nachdem wir nun das Wesentlichere über die Wahl der Lage bei den Hoch- und Thalstraßen angeführt haben, sind noch folgende Punkte bei Feststellung der Straßentrace in Betracht zu ziehen.

1) Eine Straße soll auf möglichst ebenem Boden hinziehen, weil hier die Erdarbeiten am geringsten werden.

2) Sie soll die möglichst kurze Verbindung zweier gegebener Orte bilden.

3) Sie soll große unangebaute Gegenden thunlichst vermeiden, weil hier die Sicherheit der Reisenden am meisten gefährdet und in dringenden Vor-

fällen keine schnelle Höhe zu erreichen ist, indem weil daselbst die Straßen am wenigsten als Vicinal- und Feldwege benutzt werden können und auch die Unterhaltungsarbeiten in der Regel am kostspieligsten sind.

4) Die Straße ist wo möglich durch angebaute und bevölkerte Gegenden und durch Dörfer und Städte zu führen, weil dieß zum Nutzen und zur Annehmlichkeit der Bewohner und Reisenden gereicht. Haben Dörfer und Städte allzu enge Straßen, und sind dieselben überdieß in Bezug auf Alignement- und Gefällsverhältnisse ungünstig, dann erscheint es angemessener, die Straße außerhalb den Orten vorüberzuführen.

5) Die Durchkreuzung von Flüssen, Bächen, mit Wasser bedeckten Gründen und Morästen ist möglichst zu vermeiden. Ebenso ist darauf zu sehen, daß die Straße nicht über allzu kostbares Gelände führt, daß möglichst wenig Hohlwege und Tunnels vorkommen.

6) Die Straße soll, wo immer thunlich, in der Nähe von brauchbaren Straßenunterhaltungsmaterialien geführt werden.

7) Erlaubt es die Hauptrichtung, eine Straße in einem Thale zu führen, so kann die möglichst horizontale oder gleichförmig geneigte Lage derselben dadurch behauptet werden, daß sie in gleicher Höhe über dem Thalgrunde an demjenigen Abhange hingeführt wird, welcher am meisten Sonne hat und bezüglich des Baues und der Unterhaltung der Straße am geeignetsten erscheint.

8) Hat man sich aber aus einem Thale auf einen höher liegenden Ort zu erheben, so ist die Straßenrichtung so zu wählen, daß man sich schon in möglichst großer Entfernung allmälig erhebt und so in mäßiger gleicher Steigung zum Ziele gelangt.

9) Ein Gegengefälle soll stets vermieden werden.

10) Ist ein fortlaufender Bergrücken zu übersetzen, um aus einem Flußgebiet in ein anderes zu gelangen, so ist einer der niedrigsten Punkte desselben als Uebergangspunkt zu wählen, und auf beiden Seiten dieses Punktes auf dieselbe Weise zu verfahren, wie bei der Ersteigung einer Anhöhe.

11) Ist ein bestimmtes Maximum der Steigung festgesetzt, und die Lage des Gebirges erlaubt nicht, in thunlichst gestreckter Linie mit dieser Steigung die Anhöhe zu erreichen, so sind solche Umwege einzuschlagen, daß durch eine Verlängerung der Directionslinie bei derselben Totalhöhe sich der gesuchte Grad der Steigung darstellt. Um z. B. eine Höhe h mit einer Steigung von n Procent zu erreichen, hat man die nöthige Straßenlänge $\frac{100 . h}{n}$.

12) Nicht selten wird man diese Verlängerung durch eine oder mehrere starke Wendungen, Rampen und Serpentinen, erreichen müssen. Der Straßenzug zieht sich alsdann an dem Abhange so lange hin und zurück, bis er die der Höhe und dem Gefälle entsprechende Länge hat.

13) Rampen sollen nur im äußersten Falle angelegt werden, da sie kost-

spielig und für den Verkehr lästig sind; können sie nicht umgangen werden, so hat man darauf zu achten, daß sie auf möglichst flaches Terrain zu liegen kommen und eine geringe Steigung erhalten.

§. 9.

Ein Beispiel soll die Lehren über die Bestimmung der allgemeinen Straßenrichtung erläutern.

Zwischen den Punkten 1 und 2, Fig. 6, Taf. I., soll eine Verbindung mittelst einer zweckmäßig angelegten Straße, die nicht über 6 Procent Steigung erhalten darf, hergestellt werden. Zur vorläufigen Ausmittlung der in jeder Beziehung vortheilhaftesten Richtung des Straßenzugs soll wegen Ersparung kostspieliger Aufnahmen das schon vorhandene Kärtchen, Auszug einer topographischen Karte eines Landes von ungefähr 600 □-Meilen Flächenraum, worin blos die Thalwege mit Ausschluß der kleinen Schluchten und die zu diesem Zwecke vorgenommenen Barometermessungen eingetragen sind, und woraus die Längen entnommen werden können, benutzt, und der aufgefundene Straßenzug in dasselbe eingezeichnet und alle Gründe der Wahl dieses Zuges angeführt werden.

Die vortheilhafteste Richtung, welche einem Straßenzug zwischen zwei bestimmten Punkten gegeben werden kann, ist unstreitig — in der Ebene — die Verbindung der beiden Punkte durch eine gerade Linie — im Gebirge — diejenige, welche sich der geraden Linie am meisten nähert und dabei dennoch allen andern Bedingungen Genüge leistet.

Zu dem Ende denken wir uns von dem Punkte (1) eine gerade Linie nach dem Punkt (2) gezogen, so sehen wir, daß diese Linie das Thal, dessen Thalweg mit A bezeichnet ist, der Länge nach durchschneidet; wir sehen ferner, daß gerade oberhalb den Quellen dieses Flusses die niederste Stelle des Hochgebirgs in jener Gegend sich befindet; wir werden daher vorerst untersuchen müssen, ob die Straße nicht längs dieses Flusses bis zu dessen Quellen und von da an über die erwähnte niederste Stelle des Hochgebirgs geführt werden kann.

Fangen wir diese Untersuchung bei dem Punkte (1) an, so finden wir vorerst, daß der Fluß A von dem Punkte (55) bis zum Punkt (1) auf 350′ einen Fuß Gefälle hat. Es ist nämlich die Entfernung der beiden Punkte = 21000′, ihr Höhenunterschied = 60′, folglich das Gefäll auf 100′ $= \frac{6'}{21}$ oder auf 350′ ein Fuß.

Die Entfernung der Punkte (55) und (63) beträgt 8000′, folglich ihr Höhenunterschied 23′; der Punkt (63) liegt daher 447′ über der Meeresfläche, und der Bach, welcher bei (63) einmündet, hat 2·7% Gefälle.

Der Punkt, in welchem die Straße den zuletzt erwähnten Bach durchschneidet, liegt 27′ höher als der Punkt (63), folglich 474′ über der Meeresfläche. Der Höhenunterschied dieses Punktes und des Punktes (1) ist dem-

nach 474′—410′ = 64′, die Länge der Straße zwischen beiden Punkten = 14000′, daher das Steigen dieses Straßentheils = 0,5%.

Daß wir die Straße anfänglich längs des rechten Ufers des Flusses A führen, hat zwei Gründe, einmal damit die Brücke, welche bei (1) zu erbauen sein wird, oberhalb der Einmündung des Flusses A in den Hauptstrom zu stehen kommt, sodann, weil die Bergwand auf dem linken Ufer des Flusses A bedeutend steiler, als die auf dem rechten Ufer zu sein scheint.

Der Bach, welcher bei (55) in den Fluß A einmündet, hat 0·9% Gefälle, der Punkt, in welcher die Straße diesen Bach durchschneidet, liegt daher 9′ höher als (55) oder 479′ über der Meeresfläche; das Steigen der Straße vom vorhergehenden Bach bis zu diesem beträgt demnach 479′ — 447′ = 32′, oder da diese Straßenstrecke 8000′ lang ist 0,4%.

Von hier an bis zu dem Punkt, wo die Höhe bis 560′ über der Meeresfläche beobachtet wurde, erhält die Straße eine Länge von 15000′, der Höhenunterschied beträgt 560′ — 479′ = 81′, daher erhält die Straße für diese Strecken 0,54% Steigen.

Von dem nun erstiegenen Punkt bis zum Punkt (22) erhält die Straße eine Länge von 14000′, der Höhenunterschied dieser beiden Punkte beträgt 120′, daher das Steigen der Straße für diesen Theil 0,86 %.

Die Punkte (22) und (34) haben zum Höhenunterschied 110′, dieselben werden durch eine Straße verbunden, deren Länge = 9000′ ist. Das Steigen dieser Straßenstrecke ist demnach 1·2 %.

Von hier bis zum Punkt (56) beträgt die Länge der Straße 16000′, der Höhenunterschied 1440′ — 790′ = 650′, das Steigen 4 %

Die Entfernung des Punktes (56) und Ursprung des Flusses A beträgt 6000′; der Höhenunterschied ist 520′. Wollte man nun diese beiden Punkte durch eine gerade Straße verbinden, so würde diese 8·7 % Steigen erhalten; es fragt sich, wie lang muß dieser Straßenzug gemacht werden, damit er 6% erhält? Antwort: 8667′.

Von hier bis zum höchsten zu übersteigenden Punkt ist der Höhenunterschied 1240′, die Entfernung der beiden Punkte nur 4000′. Diese Länge sollte aber, um 6 % Steigung nicht zu überschreiten, 20667′ sein.

Wie ist nun diese Länge herzustellen? Durch eine einzige Rampe kann solches nicht geschehen, denn die Lage des Gebirgs ist so, daß das Steigen sowohl gegen die linke als auch gegen die rechte Seite noch stärker ist, als gerade aufwärts; es muß daher ein sogenannter Zickzack in Anwendnng gebracht und die Straßenlinie längs den schicklichen Stellen der Bergwand so lange hin- und hergezogen werden, bis unter den vorgeschriebenen Bedingungen der höchste Punkt erreicht ist; alsdann neigt sich der Straßenzug nach der andern Seite des Gebirgs.

Die Quellen des Flusses, an welchem wir nun den Straßenzug hinzuführen gedenken, liegen 1700′ über der Meeresfläche, der schon erstiegene Punkt liegt 3200′ über derselben; wollen wir nun den Straßenzug zum ersterwähn-

ten Punkt führen, so haben wir ein Gefälle von 1500′ zu überwinden; dieses geschieht mittelst einer 25000′ langen Rampe, welche in der Art angelegt werden kann, daß man sich durch die Punkte 3200, 1700 und 4700 eine Ebene gelegt denkt, und auf auf dieser die Rampe mit 6% Gefälle construirt.

Der Ursprung des Flusses B und der Punkt (58) haben einen Höhenunterschied von 470′, sollen diese beiden Punkte mit einem Straßenzug, welcher nur 6% erhalten darf, verbunden werden, so muß derselbe eine Länge von 7883′ erhalten.

Die Punkte (58) und (57) sind mittelst eines 6000′ langen Straßenzugs verbunden, ihr Höhenunterschied beträgt 250′, es ist folglich das Gefälle nahe 4·2%.

Für die Punkte (57) und (2) hat man die Länge des Straßenzugs=14000′, den Höhenunterschied = 430′; das Gefälle ist somit etwas mehr als 3%. In gleicher Weise würde man den Straßenzug von Punkt (8) nach (4) oder von Punkt (2) nach (26) zu ermitteln haben.

§. 10.

b. Längenprofil der Straßen.

Im Allgemeinen kann man annehmen, daß ein vollkommen geradliniges und horizontales Längenprofil einer Straße das beste für den Verkehr ist, wenn das Verkehrsquantum in beiden Richtungen gleiche Größe hat. In dem Falle aber, wo sich der Hauptverkehr nur nach einer Richtung hinzieht, dürfte es zweckmäßiger sein, ein Längenprofil durchgängig nach dieser Richtung zu neigen.

Sowohl der eine als der andere Fall pflegt in der Wirklichkeit nur äußerst selten vorzukommen, und es werden die Straßen von einiger Bedeutung im Längenprofil aus einer Folge und Abwechselung horizontaler, steigender und fallender Ebenen zusammengesetzt sein.

Die Neigungen der Straßen werden sich im Allgemeinen nach ihren verschiedenen Bestimmungen und nach der Formation der Erdoberfläche richten müssen; denn es kann z. B. eine Steige von 20 bis 25 Prozent noch von Fußgängern begangen werden, während Straßen für leichteres Fuhrwerk nur 10 Procent und für schweres höchstens 5 Prozent haben sollten.

Nach den preußischen Vorschriften vom Jahr 1834 wird für die Steigung einer Kunststraße in gebirgigen Gegenden 5·5 Procent, in hügeligem Lande 4·2 Procent bestimmt. Ist aber die Steige höher als etwa 30 Meter, so muß auf jede folgenden 30 Meter Höhe die Steigung etwas vermindert werden, bis sie im ersten Falle 4·2 und im letzten Falle nur 2·8 Procent beträgt. Wenn eine Steigung von 4·2 bis 5·5 Procent auf einer langen Strecke anhält, so werden 25 Meter lange Ruheplätze höchstens mit 1·5 bis 2 Procent Gefälle angelegt.

Bei den Anlagen der Straßen im Großherzogthum Baden ist der Grundsatz angenommen, daß bei den Hauptstraßen die Steigung 4 bis 5 Procent,

Aus ganz ähnlichen Gründen werden auch für die minder wichtigen Gebirgsstraßen, auf welchen höchstens Fuhrwerke von 100 bis 120 Centnern oder 5000 bis 6000 Kil. Ladung gehen, und 12 bis 15 Centner oder 600 bis 750 Kil. auf ein Pferd kommen, Steigungen von 4·5 bis 6 Procent, und bei Gebirgsstraßen, auf welchen selten schwere Güterwagen gehen, 6 bis 8 Procent vollkommen zulässig sein.

§. 12.

Bei Feststellung des Längenprofils hat man noch folgende Punkte zu berücksichtigen:

1) Das allzu stark wellenförmige Längenprofil soll man möglichst meiden, und insbesondere bei steigenden Gebirgsstraßen stets suchen, die einmal gewonnene Höhe nicht wieder durch Fallen zu verlieren.

Dieser letzte Grundsatz findet bei Straßen in der Ebene und hügeligem Terrain keine Anwendung, weil man sich hier der Verminderung der Erdarbeiten wegen mehr der allgemeinen Form des Terrains anschließt und das Fallen und Steigen nur höchst unbedeutend ist, ja selbst wohlthätig für die Zugthiere und die Trockenhaltung der Straßenoberfläche werden kann.

2) Bei starken Wendungen, wie bei den Rampen der Gebirgsstraßen, soll man die Neigung derselben auf 1 bis 2 Procent vermindern oder auf Null reduciren, denn es wird sonst für die Stangenpferde zu schwer, den Wagen bergab zurückzuhalten und zugleich zu wenden. Auch das Eingangsgefälle, d. h. das Gefälle der in die Rampe führenden Straßenstrecke, soll immer geringer sein als das allgemein angenommene Gefälle, damit die abwärts fahrenden Fuhrwerke nicht zu rasch in die Wendung gelangen und sodann bei schnellem Drehen der Gefahr des Umstürzens ausgesetzt sind.

3) Bei Kreuzungen der Straße mit Bächen, Rinnen 2c. 2c., ist bei der Feststellung des Längenprofils darauf Rücksicht zu nehmen, daß der für die Brücke oder den Durchlaß erforderliche Höhenunterschied zwischen Wasserspiegel und Straßenoberfläche erübrigt wird.

4) Sowohl bei Straßen in der Ebene wie im Gebirge soll man das Längenprofil in der Art feststellen, daß die Erdarbeiten der Kosten wegen möglichst gering ausfallen und Abtrag und Auftrag sich auf gewisse Entfernungen wo immer thunlichst ausgleichen. Dabei muß man natürlich auf das Aufquillen des gewachsenen Bodens und die Senkung der aufgeschütteten Erde Rücksicht nehmen.

Dritter Abſchnitt.

Beſtimmung der einzelnen Straßenrichtungen.

Bestimmung der einzelnen Straßenrichtungen.

§. 13.

In dem vorigen Abschnitte wurde nur die allgemeine Richtung der Straße aufgesucht und das Hauptsächlichste über die Gefällsverhältnisse mitgetheilt; nunmehr bleibt noch die Lage zu finden, welche die Straße auf dem Terrain haben wird, oder mit andern Worten, es ist zu erörtern, wie die Straße abgesteckt wird.

Am leichtesten ist die Absteckung der Straßenlinien in weiten Thälern oder Ebenen und im flachen Hügellande. Die Straße wird so kurz als möglich, nämlich in der Regel nach geraden Linien, welche sehr stumpfe Winkel unter sich bilden, fortgeführt. Die Vereinigung dieser geraden Linien geschieht am einfachsten durch Kreislinien von möglichst großem Halbmesser. Diese, in Verbindung mit den geraden Linien, geben der ganzen Anlage einen großartigen Charakter, sind am meisten geeignet die Straßenlinie abzukürzen und lassen sich leicht befahren.

Zu lange gerade Linien sollte man aber nicht annehmen, denn eine Linie von einer Meile Länge, die man ganz übersieht, ist dem Reisenden unangenehm und langweilig, sie verdient nicht diejenigen Aufopferungen anderer Rücksichten und Kosten, welche ihr zuweilen zu Theil wurden.

Die Winkelpunkte sind durch Hindernisse, als Senkungen, Sümpfe, Anhöhen, deren Ersteigung nicht nöthig ist, durch ungefähr parallel mit der Straße laufende Bäche 2c. 2c. gegeben.

Auch im flachen Hügellande können gewöhnlich die geraden Linien wie in der Ebene durchgeführt werden. Die Abdachung ist meist so flach, daß sie unbedingt als Straßenrichtung angenommen werden können. Nur selten wird man genöthigt sein, die Straßenlinie zu verlassen und sich der Form des Terrains mehr anzuschließen; denn kleine Abgrabungen und Auffüllungen werden schon hinreichen, um allzu viele Gefällsbrüche zu vermeiden.

Das Geschäft des Absteckens einer Straße in der Ebene ist somit eine reine Aufgabe der praktischen Geometrie und reducirt sich auf die Absteckung gerader Linien und Kreisbogen, worüber das Nöthige in der allgemeinen Baukunde schon mitgetheilt wurde (§. 168).

Etwas schwieriger wird die Absteckung einer Straße erst dann, wenn das Terrain nach der allgemeinen Richtung der Straße hin mehr Steigung hat, als für dieselbe im höchsten Falle angenommen werden darf. Dieser Fall pflegt gewöhnlich aber bei Gebirgsstraßen oder Steigen vorzukommen, und es kann die Absteckung auf zwei Arten erfolgen, entweder

1) unmittelbar auf dem Terrain mit Hülfe irgend eines Nivellirinstruments oder Gefällmessers, oder

2) auf Grund eines mit horizontalen Kurven aufgenommenen Planes.

Erstere Art wird in der Regel vorzuziehen sein, indem die Aufnahme eines genauen orographischen Planes sehr langwierig, und auch das Abstecken nach demselben wegen Mangel an hinlänglich vielen Fixpunkten nicht schnell ausführbar ist.

Wie eine Linie auf dem Terrain mit gegebenem Gefälle von einem Punkte aus mit Hülfe eines Nivellirinstruments oder Gefällstockes abgesteckt werden kann, darf hier als bekannt vorausgesetzt werden, wir wenden uns daher gleich an die Absteckung einer Trace auf Grund eines Planes und stellen uns folgende Aufgabe:

§. 14.

1. Allgemeine Bestimmungen.

Zwei bedeutende Orte bei A und B Taf. II. liegen in verschiedenen Flußgebieten; die Wasserscheide, welche beide Gebiete trennt, hat keine bedeutende Erhebungen, aber die Abdachungen des Gebirgsastes, dessen Kamm die Wasserscheide bildet, sind sehr steil. Da der eine Ort der Sitz des betreffenden Bezirksamts und der Markt für den andern ist, welcher dort gewisse Industrieprodukte verkauft, so besteht zwischen beiden ein ununterbrochener Verkehr, welcher durch die Aufnahme gewisser Gewerbszweige immer lebhafter wird. Die Verbindung zwischen beiden Orten wurde bisher durch eine Vicinalstraße unterhalten, welche nun in den Chausséeverband aufgenommen werden soll.

Es entsteht nun die Frage, ob die erwähnte Vicinalstraße verbessert und kunstgerecht chaussirt oder ob ein neuer Zug geführt werden soll.

2. Beschreibung des Terrains.

Der erwähnte Gebirgsast streicht von Osten nach Westen, seine Wasserscheide bildet in der nächsten Umgebung des Straßenzugs zwei ziemlich tief eingeschnittene Sättel und drei sehr bestimmte Kuppen, welche sich 15 bis 27 Mtr. über die Sättel erheben. Von den letztern gehen muldenförmige Tobel herab, welche mit flachen Wänden in die Abdachung des Gebirgsastes eingeschnitten sind. Nach starken Regengüssen fließen in diesen Einschnitten nicht unbedeutende Wassermassen, welche sich ziemlich tiefe Kanäle in den Boden eingegraben haben. Bei trockener Jahreszeit aber fließt in denselben nur wenig Wasser. Für den gabelförmigen Tobel, welcher in den nördlichen Abhang des Gebirgsastes eingeschnitten ist, wurde für jeden Ast die größte Wassermasse zu 0·8 K.-M. per Sec. geschätzt.

Der nördliche Fuß des Bergastes bildet das Gehänge eines schmalen Thales, in welchem ein Bergstrom fließt, der bei seinem Hochwasser die Ufer übertritt, und besonders dort ein ziemlich breites Ueberschwemmungsgebiet bildet, wo er die Wasser aufnimmt, welche aus dem einen Dobel von der nördlichen Abdachung des Gebirgsastes abfließen. Der ganze Gebirgsast besteht aus zerklüftetem Gneis, der an manchen Orten zu Tage steht, im Allgemeinen aber von einer ziemlich hohen Lage größerer und kleinerer Gerölle und guter Dammerde bedeckt ist.

An der nördlichen Thalwand, etwa 200 Mtr. von der Brücke aufwärts, ist das Gestein weniger zerklüftet und es können dort Steinbrüche betrieben werden.

Die Abdachungen des Gebirgsastes sind größtentheils mit Laubholz bestanden, in den Dobeln sind auf beiden Seiten der Gießbäche ziemlich gute Wiesen, welche sich bis zu den Sätteln fortsetzen, auf diesen aber sehr sumpfig sind. An den obern Theilen der Abdachungen des Gebirgsrückens und am Fuße der aufgesetzten Kuppen sind Ackerfelder. In dem Hauptthale sind größtentheils Wiesen.

3. Beschreibung des bestehenden Vicinalwegs.

Der Vicinalweg ist auf dem südlichen Abhange des Gebirgsastes bis zu dem ersten größern Dobel chaussirt und steigt mit einem Gefälle von 5 Procent; er übersetzt das Bett des Baches mit einem gut unterhaltenen steinernen Durchlasse und steigt von hier aus mit ungleichem Gefälle bis zum zweiten Dobel, wo ein alter baufälliger Durchlaß D′ liegt; hierauf bildet er einen spitzigen Wendungsplatz und steigt mit starkem Gefälle bis zur Wasserscheide, senkt sich dann an dem nördlichen Abhange herab, erreicht durch zwei ziemlich spitzige Wendungen den andern Einschnitt, geht über diesen und seinen Seitenast mit zwei ganz baufälligen Durchlässen C, C′, wovon jedoch das Material benutzt werden könnte und wendet sich nun in einem großen Bogen, um auf dem nördlichen Abhange des Gebirgsastes in das Hauptthal abzusteigen, in welchem er mit einer gutgebauten und wohlerhaltenen Brücke über den Fluß setzt. Das Ufer nahe an der Brücke liegt 1·2 M. tiefer als die letzte Horizontalkurve, die Brückenbahn aber 1·35 Mtr. über dem höchsten Wasser. Die Auffahrt der alten Straße zur Brücke beträgt 4 Procent.

Das Gefälle dieser Vicinalstraße ist sehr ungleich und beträgt an vielen Orten 9 bis 10 Procent; die Straßenbahn ist uneben, so daß an vielen Stellen das unbedeckte Gestein zu Tage steht; sie ist im Winter fast gar nicht und im Sommer nicht ohne Gefahr zu befahren.

4. Erklärung des Plans. Taf. II.

Derselbe ist in einem Maßstabe von $^1/_{4000}$ der wahren Größe gezeichnet; die Erhebungen des Bodens sind durch Horizontalkurven dargestellt, deren Höhenabstand 3 Mtr. beträgt. Die Plateaus m n o p und m′ n′ o′ p′ auf dem Gebirgsrücken sind als horizontalliegend zu betrachten; ersteres liegt 0·9 Mtr., letzteres 1·5 Mtr. über der ihr nächst untern Horizontalkurve.

Die punktirten Linien mn, op, m'n', o'p' sind die Fußlinien der entsprechenden Kuppen. D und D' sind die beiden Durchlässe auf dem südlichen Abhange, C und C' dieselben auf dem nördlichen Abhange des Gebirgsastes. B ist die Brücke, mit welcher sich die Straße über den Fluß fortsetzt.

Die punktirte Linie a b c d stellt das diesseitige Ueberschwemmungsgebiet des Flusses dar, und der Punkt a des Ufers liegt 1·2 Mtr. tiefer als die letzte Horizontalkurve.

5. Bestimmung der Aufgabe.

Es soll ein Straßenzug von dem Punkt A, etwas unterhalb des Durchlasses D bis zur Brücke B hergestellt werden, welcher zu jeder Jahreszeit für die größten Frachtwagen fahrbar ist. Das Gefälle soll 5 Prozent nirgends übersteigen. Hierbei wird besonders zu untersuchen sein, ob es technisch und ökonomisch vortheilhafter sei, den Zug der alten Vicinalstraße möglichst beizubehalten und ihr Gefälle auszugleichen, oder der Straße eine neue Richtung zu geben.

a) Bestimmung des Straßenzugs.

Der Aufgabe gemäß sollen die zwei Punkte A und B durch einen Straßenzug verbunden werden. Die allgemeine Richtung der Straße ist in sofern gegeben, als dieselbe über einen relativ tiefsten Punkt des Bergrückens gehen muß, sofern dasselbe nicht zu weit von der Verbindungslinie beider Endpunkte entfernt liegt.

In dem gegebenen Falle sind zwei Einsenkungen des Bergrückens vorhanden und über jeden läßt sich eine Straße führen, welche die Punkte A und B verbindet. Die Plateaus auf diesen Einsenkungen m n o p und m, n, o, p, sind eben und als horizontal zu betrachten, ersteres liegt 2·4 Mtr. höher als letzteres.

Die einzelnen Straßenrichtungen für beide Uebergangspunkte ergeben sich nun sehr leicht, indem man mit dem Zirkel von einer Kurve zur andern, bei dem Punkte A anfangend, eine Länge abträgt, welche bei dem gegebenen Höhenabstande derselben von 3 Mtr. dem Gefälle von 5 Procent entspricht und welche sich aus der Proportion $100 : 5 = x : 3$, also $x = 60$ Mtr. ergibt.

Der erste Zug, welcher möglich ist, geht von der bis zu A geführten Straße über die Brückchen D und D' und steigt mit dem gegebenen Gefälle die südliche Thalwand hinauf, indem er bei E eine Wendung annimmt, um auf das Plateau m, n, o, p, zu gelangen. Von hier an zieht er sich hinab in das Hauptthal, erhält beiläufig in der Mitte der nordöstlichen Bergwand eine sehr spitzige Rampe E, überschreitet dann mit einem ziemlich großen Bogen den Dobel und geht von da aus der Brücke B zu.

Der zweite mögliche Zug geht ebenfalls von dem Punkt A aus bis an das Brückchen bei D', wendet sich alsdann links mit einer ziemlich spitzigen Rampe bis an das größere Plateau m n o p, überschreitet dasselbe und zieht in ziemlich stetiger Linie mit größtentheils flachen Bogen gegen die Brücke B hin.

Der dritte Zug endlich, von A abgehend, wendet sich vor dem Brückchen

bei D links; bildet etwas weiter oben eine Rampe auf nicht zu steilem Terrain und steigt dann in gerader Linie bis zu dem großen Plateau m n o p, von wo aus er mit dem zweiten Zuge zusammentrifft.

Alle drei Züge sind nahe an Länge gleich, stehen also in dieser Hinsicht einander nicht nach; Erdarbeiten und Güterentschädigung kosten ziemlich gleich viel, da bei keinem besondere Terrainschwierigkeiten zu überwinden sind und alle in nahezu gleichem Maße Wald und Wiesen durchschneiden.

Der über das Plateau m, o, gehende Zug hat zwei Rampen in ziemlich steilem Terrain, er überschreitet zwei Dobel, erfordert also zwei Brückchen; die beiden über das Plateau m o führenden Züge haben nur einen Dobel zu passiren und erhalten nur eine Rampe, sie müssen aber um 2·4 Mtr. höher steigen als der erste Zug.

120 Mtr. oberhalb der Brücke bei D ist nach der Aufgabe ein Steinbruch zu eröffnen, für alle drei Züge ist dieser Ort ziemlich gleich weit entfernt, kostet also die Herbeischaffung der Steine für die Fahrbahn bei allen nahe die gleiche Summe.

Wenn die alte Vicinalstraße mit schweren Wagen befahren werden könnte, so hätte dieß einigen Vortheil für den Zug über den kleinen Sattel, indem alsdann die nöthigen Materialien auf derselben transportirt werden könnten.

Die Züge über den großen Sattel gehen zwar eine größere Strecke in sumpfigem Gelände, als der Zug über den kleinen Sattel, allein dieses Gelände kann deßhalb nicht so nachtheilig für die Straße sein, weil der Aufgabe nach Wiesen daselbst unterhalten werden.

Wesentliche Nachtheile für die Straßen entstehen durch die Rampen, insbesondere wenn solche auf steiles Terrain zu liegen kommen. An die Stelle solcher Rampen müssen bequeme Wendungsplätze construirt werden und die Erd- und Felsenarbeiten, welche dabei vorzukommen pflegen, verursachen meist einen bedeutenden Kostenaufwand. Auch für den Verkehr sind solche starke Wendungen lästig; der Transport von langem Bauholz wird beschwerlich, selbst wenn der Radius der Rampe bedeutend groß ist; schnell fahrende Fuhrwerke können bei ungeschickter Wendung leicht umgeworfen werden.

Hinsichtlich der Rampen haben die beiden Züge über den großen Sattel entschieden den Vorrang, denn sie erhalten nur eine Rampe, während der Zug über den kleinen Sattel deren zwei nöthig macht und dieß auf sehr steilem Gelände.

Die beiden über den großen Sattel gehenden Züge fallen auf der nördlichen Thalwand zusammen, auf der südlichen aber wendet sich der eine von der bestehenden Straße bei A links ab, während der andere über das Brückchen bei D geht.

Der erstere liegt durchgehends auf weit flacherem Terrain wie der letztere, erfordert daher weniger Erdarbeiten, zumal da auch die Rampe günstiger fällt. Während ferner der Zug auf dem steilern Terrain noch einen ziemlich langen Durchlaß bei D′ erfordert und die Herstellung und Unterhal-

1) Das Gefälle der Straßen soll nirgends die angenommene größte Neigung übersteigen.
2) Die Erdarbeiten sollen möglichst gering ausfallen.
3) Auf- und Abträge sollen sich in schicklichen Abtheilungen ausgleichen.
4) Der Transport des Abtrags soll vorzugsweise bergab geschehen.

Mit Berücksichtigung dieser Punkte und dessen, was bei der Rectification der Zugslinie bemerkt worden, wurde die Correctur des Längenprofils, wie die Fig. 1, Taf. III zeigt, vorgenommen.

Nach der Bestimmung des Längenprofils folgt die Verzeichnung der Querprofile. Ueberall, wo das Terrain merklich wechselt, sollen Querprofile genommen werden, in vorliegendem Fall legen wir sie von Kurve zu Kurve und nehmen an, daß die Oberfläche des Gebirgs, soweit sich die Straße zwischen je zwei Kurven erstreckt, eine ebene Fläche sei. Um z. B. das Querprofil des Terrains bei dem Anfangspunkt A aufzutragen, legen wir auf dem Situationsplane eine Ebene normal auf die Straßenachse. Die Ebene schneidet das Terrain nach der Linie x y; um nun diesen Schnitt auf das Papier zu zeichnen, ziehen wir eine Horizontale und nehmen auf ihr einen Punkt an, welcher als Achsenpunkt betrachtet wird. Von diesem Punkt werden rechts und links die Abstände A y und A x in einem hinlänglich großen Maßstabe abgetragen, an den Endpunkten Perpendikel errichtet und diese, dem Höhenabstand der Kurven entsprechend 3 Mtr. lang gemacht, so sind die Verbindungslinien der Endpunkte dieser Perpendikel mit dem Achsenpunkt die Profillinien. In ähnlicher Weise werden an allen folgenden Punkten 1, 2, 3, 4 ꝛc. ꝛc. normale Schnitte construirt, und solche in der Weise zusammengestellt, wie solches aus Fig. 4 zu ersehen ist.

In diese Querprofile des Terrains, welche nun in Vereinigung mit dem Längenprofil ein deutliches Bild von der Terrainfläche längs der Straßenlinie geben, werden die Straßenprofile eingetragen und dabei die Auf- oder Abtragshöhen aus dem Längenprofile entnommen.

Die Normalprofile der Straße sind auf Taf. III., Fig. 2, angegeben; das Profil (a) gilt für die Strecken, welche auf den Bergabhängen liegen, das Profil (b) für den Theil der Straße auf dem Plateau.

Bei dem Eintragen der Straßenprofile, von welchen der Theil für die Versteinung der Fahrbahn weggenommen wird, erscheint es am zweckmäßigsten, eine Chablone aus Kartenpapier auszuschneiden, und diese an jedem Querprofile so anzulegen, daß der Punkt m mit der Straßenachse zusammenfällt.

Die Wasserabzugsgraben werden immer nur an solchen Stellen angelegt, wo die Straße in Abtrag fällt. Die Böschungen im Auf- und Abtrag richten sich nach der Beschaffenheit des Bodens, werden aber gewöhnlich mit $1^1/_2$ oder höchstens einfacher Anlage ausgeführt, nur in sehr festem Boden oder in Felsen sind die Böschungen steiler anzuordnen.

An solchen Stellen, wo das Terrain sehr steil ansteht, und daher die Böschungen entweder wegen Mangel an Raum gar nicht ausgeführt werden

können, oder zu bedeutende Erdarbeiten veranlassen würden, sind Stütz- oder Futtermauern nöthig. Dieselben erhalten an der Vorderseite 1/6 Anzug, sind an der Rückseite entweder vertikal oder mit einigen Absätzen versehen und werden trocken aufgeführt. Bezüglich ihrer Stärke gelten die frühern Regeln. (Allg. Baukunde §. 109.)

b) Berechnung des Auf- und Abtrags.

Zur Berechnung der Erdmassen im Auf- und Abtrag werden die Inhalte der Auf- und Abtragsflächen aus den einzelnen Profilen möglichst genau berechnet, indem man dieselbe in Dreiecke und Trapeze zerlegt und die Inhalte dieser letzteren addirt *). Die Entfernungen der Profile werden aus dem Längenprofile entnommen oder wenn Auf- und Abträge zwischen zwei Profilen wechseln, nach den frühern Regeln (Allg. Baukunde Seite 318) berechnet. Die Rechnungsresultate werden in folgender Ordnung tabellarisch zusammengestellt:

Bezeichnung der Körper.	Grundflächen der Körper.	Längen.	Kubikinhalt.		Bemerkung.
			Abtrag.	Auftrag.	
	Qudr.-M.	M.	Kub.-M.	Kub.-M.	
A und 1	1·44				
	1·79				
	3·23	30	96·9		
	3·6				
	3·6				
	7·2	30		216·0	
1 und 2	1·79				
	1·79				
	3·58	30	107·4		
	3·6				
	3·6				
	7·2	30		216·0	
2 und 3	1·79				
	0·99				
	2·78	30·3	84·23		
	3·6				
	2·35				
	9·55	30·3		180·28	
3 und 4	0·99				
	3·74				
	4·64	21	99·23		

*) Für diese Berechnung ist sehr zu empfehlen: Amsler's neuer Planimeter — Schaffhausen 1855.

pers bewegt werden müssen, ihrem Volumen und ihrer Lage nach bekannt sind, so bleibt es eine Hauptaufgabe des Ingenieurs, diese Massen zweckmäßig und nach der Lehre des Transports zu vertheilen und die Entfernungen zu bestimmen, auf welche dieselben transportirt werden müssen, berücksichtigend, daß die Summe der Transportwege ein Minimum wird.

Wohl mag es angehen, die Vertheilung der Erdmassen mit Hülfe des Längenprofils vorzunehmen, indem man aus dem letztern die mittlern Transportweiten entnimmt, allein es wird dieses Verfahren immer ein unvollkommenes sein und dürfte nur gerechtfertigt erscheinen, wenn es sich um die Anfertigung eines annähernden Kostenüberschlags handelte.

Eine genaue und zweckmäßige Vertheilung der Erdmassen, sowie eine scharfe Bestimmung der mittlern Transportweiten ist nur dann möglich, wenn die Kubikmassen der Auf- und Abträge als Flächen aufgetragen werden und zwar in der Art, wie es die Fig. 3, Taf. III. angibt.

Die Entfernungen der Profile von A anfangend werden in dem Maßstabe der Situation auf eine gerade Linie aufgetragen. An allen Punkten A 1, 2, 3 ꝛc. werden Perpendikel errichtet und die Auftragsflächen, die erstern abwärts, die letztern aufwärts, als Linien abgetragen. Geht der Auftrag von einem Profile zum andern in Abtrag über, oder umgekehrt der Abtrag in Auftrag, so ist durch den Punkt des Profils, wo die Auf- und Abtragsflächen sich trennen, eine Parallele mit der Straßenachse zu ziehen und sind alsdann die dadurch gebildeten Erdkörper rechts und links von dieser Linie besonders aufzutragen. Z. B. zwischen den Profilen 3 und 4 geht der Auftrag in Abtrag über, der Trennungspunkt liegt in der Achse, so tragen wir die Flächen 0·99 und 3·74 auf die betreffenden Perpendikel und erhalten somit ein Trapez, welches den Kubikinhalt eines Theils der Abtragsmasse angibt; den andern Theil dieser Masse werden wir erhalten durch das Auftragen der Flächen 2·35 und 10·5, wodurch sich zwei Dreiecke ergeben, deren Inhalte den betreffenden Kubikmassen gleich sind. Da nun aber das Abtragsdreieck zum Theil mit dem Trapez zusammenfällt, so haben wir dasselbe in ein anderes zu verwandeln, welches an Inhalt dem ersteren gleich ist und sich an das Trapez anschließt, erhalten somit die in Fig. 3 zwischen den Profilen 3 und 4 angegebenen Flächen.

Hat man nun für die ganze Straßenlinie die Auf- und Abtragsmassen in der bezeichneten Weise als Flächen aufgetragen, so ist die Vertheilung derselben, sowie die Bestimmung der Transportweiten nicht mehr schwierig.

Um vor Allem zu sehen, welche Abtragsmassen zwischen ihren betreffenden Profilen zum Auftrag gebracht werden können, sind die Abtragsflächen um die als Achse angenommene Linie auf die Auftragsflächen herunterzulegen und ist dabei auf die Vermehrung des Abtrags im Auftrage insofern Rücksicht zu nehmen, als man die Abtragsperpendikel um so viele Procente grö-

nmt, als die Vermehrung, ebenfalls in Procenten ausgedrückt, be-

trägt; z. B. bei 7 Procent Vermehrung sind alle Perpendikel mit 1·07 zu multipliciren.

Alle die übrigen Abtragsflächen sind sofort auf die noch übrigen Auftragsflächen zu vertheilen und zwar mit Berücksichtigung

1) daß die Transportwege ein Kleinstes werden, und
2) der Transport möglichst bergab geschieht.

In unserem speciellen Falle mußte die Vertheilung so stattfinden, wie es die Fig. 3 deutlich angibt; es werden dabei der Länge nach transportirt:

279·9	K.-M.	auf	120	M.	Entfernung.
84·6	„	„	226	„	„
327·0	„	„	137	„	„
59·4	„	„	48	„	„
1247·9	„	„	74	„	„
420·7	„	„	230	„	„
284·5	„	„	47	„	„

Zwischen den Profilen 7 und 8 sind 330·7 K.-M außerhalb dem Straßenplanum zu holen. Die Transportweite richtet sich nach der Lage des Materialgewinnungsortes.

f) Kunstbauten.

Unter den Kunstbauten einer Straße verstehen wir solche, welche nicht rein Erdarbeiten, sondern auch Maurer- und Steinhauerarbeiten erfordern und in der Regel künstlich fundamentirt werden müssen.

In vorliegendem Falle sind daher nur zwei Kunstbauten zu betrachten, der Wendungsplatz von Profil 8 bis 12 und ein Durchlaß bei Profil 32.

Die Fig. 25, Taf. IV stellt den Grundriß der Wendung vor; dieselbe ist mit dem mittleren Halbmesser von 24 Mtr. in der Art construirt, daß man die Horizontalkurven NM, N′M′, M″M″ aus dem Grundplane entnahm, sodann die Profile 8, 9, 10, 11 und 12 in ihren richtigen Abständen auftrug und die zusammengehörigen Profilpunkte durch stetige krumme Linien mit einander vereinigte. Der Anschluß der Böschungen an die Stützmauer zwischen Profil 8 und 10 kann auf mehrere Arten bewirkt werden, doch dürfte die Anordnung, wobei sich die Böschungen in Form eines Viertelkegels an die vordere Mauerfläche anlegen, in der Regel die zweckmäßigste sein. Die Fundamentirung der Stützmauer wird je nach der Beschaffenheit des Bodens entweder auf das natürliche Erdreich oder auf ein Steingestück stattfinden müssen. Die Grabenböschungen werden mit Rasen bekleidet oder wenn das Erdreich locker, mit Steinen abgepflastert; an der Stelle, wo der äußere Straßengraben bei N′ ausgeht, beginnt eine gepflasterte Rinne, in welcher sich das Wasser nach der Richtung des größten Gefälles an der Bergwand herabzieht. In der Mitte der Wendung wechseln die Trottoirs, es müssen daher die hervorstehenden Trottoirsteine daselbst allmälig niederer werden, bis sie in gleicher Höhe mit der Fahrbahn sind. Die Fahrbahn selbst bildet auf

Erd- oder Grundbau der Straßen; Bauart, Entwässerung und Querschnittsform derselben.

§. 16.

Der Ausdruck Erdbau bezeichnet jede Arbeit von Auffüllung oder Abgrabung, welche zur Herstellung des Straßenkörpers vorgenommen wird.

Da die Erdoberfläche niemals so eben beschaffen ist, daß eine Linie auf ihr ermittelt werden kann, welche allen Anforderungen in Bezug auf das Alignement und die Gefällsverhältnisse entspricht, so wird wohl in allen Fällen eine mehr oder minder bedeutende Ausgleichung der Erdoberfläche vorgenommen werden müssen.

Diese Ausgleichung geschieht durch Abheben oder Aufschütten von Erde oder Gestein an den zu hoch oder zu tief gelegenen Stellen.

Die Erdoberfläche besteht aus festen oder aufgelösten Felsmassen, Gerölle, Kies oder feinem Sand, Sand mit Thon oder reinem Thon und sogenannter Acker- oder Dammerde.

Diese verschiedenen Bodenarten haben verschiedene Eigenschaften und geben somit auch Straßenkörper von mehr oder weniger guter Beschaffenheit, je nachdem sie die Fähigkeit besitzen, sich zu einer festen Masse zusammenzusetzen.

Feste Felsenmassen stehen selten in langen Strecken so zu Tage, daß sie für das Fuhrwerk eine ebene Bahn bilden; wo dieses einmal vorkommen sollte, bilden sie Wege, welche wenigstens in Beziehung auf Festigkeit der künstlichen Nachhülfe nicht bedürften.

Besteht die Erdoberfläche aus Geröllen, Kies oder reinem Sande, so bildet dieselbe zwar eine gute Grundlage, allein für eine Fahrdecke wird dieses Material nicht in allen Fällen genügen, denn es bietet für schwere Lasten nicht hinreichenden Widerstand, die Räder der Wagen sinken tief ein und bilden Geleise; besonders ist dieß bei feinem Sande der Fall. Selbst für Fußgänger ist der reine Kies oder Sand wegen der Leichtigkeit, mit welcher sich die einzelnen Kies- oder Sandtheile über einander schieben, sehr lästig.

Befindet sich aber im reinen Kies oder Sandboden nur so viel Thonerde, daß sie kaum dessen Zwischenräume ausfüllt, so bildet derselbe sowohl

im trockenen wie im nassen Zustande ordentliche Wege für geringe Lasten, besonders vortreffliche Fußwege.

Ist dagegen zu viel Thonerde dem Sande beigemengt, so bildet die Mischung zwar bei trockener Witterung gute Fußwege, allein bei anhaltender Nässe erweicht die Thonerde, der Weg wird nachgiebig und nimmt Eindrücke an; die Räder der Fuhrwerke bilden tiefe Geleise, in welchen das Wasser stehen bleibt und noch mehr zur Erweichung des Bodens beiträgt. Dasselbe ist auch der Fall, wenn dem Sande Acker- oder Dammerde im Ueberflusse beigemengt ist.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß wenn der geebnete Theil der Erdoberfläche, worauf die Straße zu liegen kommen soll, nicht gerade aus festem Gesteine besteht, beinahe in allen andern Fällen eine künstliche Befestigung erfordern wird, daß ferner nur dann der natürliche Boden etwa für minder schwere Fuhrwerke und Fußgänger geeignet erscheint, wenn er aus Kies oder Sand besteht, dessen Zwischenräume mit Thonerde ausgefüllt sind.

Es geht aber auch ferner daraus hervor, daß für alle Bodenarten, die, längere Zeit mit Wasser in Berührung stehend, durchweichen, eine Entwässerung des Wegkörpers rathsam, ja sogar nothwendig sei.

Wir haben daher zunächst zu betrachten:

1) Wie ist die ausgeglichene Erdoberfläche, auf welcher schwere Lasten gehen sollen, zu befestigen, damit sie genügenden Widerstand darbietet?
2) Auf welche Weise hat die Entwässerung des Straßenkörpers stattzufinden, damit keine Erweichung desselben eintritt?
3) Welche Querschnittsformen resultiren aus den vorhergehenden Bedingungen und aus der Größe des Verkehrs auf einer Straße für dieselbe?

§. 17.

1. Bauart der Straßen.

Die Bauart einer Straße oder überhaupt eines Wegs wird verschieden sein, je nachdem derselbe für Fußgänger oder Lastträger, Zug- oder Lastthiere, leichtes oder schweres Fuhrwerk bestimmt ist.

a) Fußwege.

Die Wege für Fußgänger folgen gewöhnlich derselben Traçe, wie die Wege für Fuhrwerke, theils um der Cultur nicht zu viel Boden zu entziehen, theils der Kosten wegen. Um die Nothwendigkeit eines besondern Fußwegs an der Seite eines Fahrwegs zu beurtheilen, muß man auf die beiläufige Anzahl Fußgänger, welche die Straße passiren, Rücksicht nehmen.

Bei großem Lokalverkehr zwischen zwei Orten werden die Fußwege bisweilen sehr wichtig und finden sich deßhalb häufig als besondere Nebenwege der Fahrbahnen, besonders in der Nähe größerer Städte, wo sie öfters als mehr oder weniger breite Alleen hervortreten.

Gewöhnlich erhalten die Fußwege gleiche Höhe mit der Fahrbahn und schließen sich derselben unmittelbar an; es ist dieß gerade nicht die zweckmäßigste Anordnung, indem das auf die Fahrbahn fallende Regenwasser bei geringem Längengefälle nur über diese Fußwege seinen Abfluß findet; nur der Kostenpunkt rechtfertigt eine solche Einrichtung und zwar dort mit Recht, wo der Verkehr keine Bedeutung hat und gutes Straßenmaterial zu Gebote steht.

Es wäre im Allgemeinen für die Fußgänger besser, wenn die Fußwege etwas höher als die Fahrbahn lägen oder von ihr durch ein kleines Gräbchen getrennt wären, zumal da auch die Fuhrwerke keine Beschädigung der Fußwege hervorbringen und die Fußgänger vor denselben gesichert würden; allein erhöhte Fußwege haben die Nachtheile, daß sie das rasche Abtrocknen der Fahrbahn etwas hindern und den Abzug des Wassers von der Straßenoberfläche mehr oder weniger unvollständig machen.

Man wird daher nach örtlichen Verhältnissen und nach der jeweiligen Wichtigkeit der Fußwege zu ermessen haben, in welcher Weise dieselben am entsprechendsten angeordnet werden. Da das Gewicht des Fußgängers und selbst des Lastträgers nur gering ist, so sind die weniger widerstehenden Materialien hinreichend, um die Oberfläche der Bahn zu bilden. Auch ist die Abnützung sehr unbedeutend. Eine Decke von 0·06 bis 0·09 Mtr. Dicke von solchen Materialien, die sich gehörig verbinden, eine ebene Oberfläche bilden und durch Wasser nicht erweichen, genügt in den meisten Fällen.

Feste, ganz klein zerschlagene Steine, feiner Kies und grober Sand sind sehr geeignete Materialien für Fußwege; jedoch ist es nothwendig, ihnen ein Verbindungsmittel zu geben, welches aus einer thonigen, etwas fetten Erde besteht.

Ein leichtes Walzen der Fußwege mit 250 bis 500 Kilogr. schweren Cylindern ist sehr zu empfehlen.

b) Reit- und Lastthier-Wege.

Diese Wege sind so wie die Fußwege im Gebrauche gewesen, ehe die Wagen noch allgemein waren, sie sind jetzt noch in gebirgigen Ländern, längs schiffbaren Flüssen und Kanälen, sowie in einigen Staaten längs der Landstraßen sehr häufig zu finden. Die Beschaffenheit der Oberfläche dieser Wege soll im Allgemeinen so sein, daß das Pferd, welches durchschnittlich ohne Last zu 300 bis 350 Kil. und mit Belastung zu 450 Kil. anzunehmen ist, nicht einsinkt, festen und sichern Tritt hat, und daß die Füße der Zugthiere möglichst geschont werden. Das schwer beladene Pferd bewegt sich nur langsam und die Einwirkungen dieses Lastthiers auf die Bahn können nicht in Betracht kommen gegen die schnelle Bewegung der Rennpferde und den sehr kräftigen Tritt der Zugpferde an Kanälen und schiffbaren Flüssen. Die Pferdebahn leidet, wenn das Pferd langsam geht, nur durch den Druck der Füße, dagegen wenn es schnell geht, zugleich durch das Zurückschlagen der Materialien, wenn die Bahn nicht sehr fest ist.

Eine mit reinem Kies oder Sand hergestellte Oberfläche würde daher nicht genügen; ebenso wenig eine bloß aus klein zerschlagenen Steinen gebildete Bahn, da eine Verbindung oder Consolidirung durch den Tritt der Pferde nicht stattfindet.

Eine Bahn, nur aus Thon- und Dammerde gebildet, würde zwar im trockenen Zustande den Anforderungen entsprechen, allein bei nasser Witterung würde sie erweichen und die Pferde würden einsinken. Es ist daher nothwendig eine Verbindung beider Materialien eintreten zu lassen, und die Oberfläche aus grobem Sande, feinem Kies oder klein zerschlagenen Steinen, untermengt mit Thon- oder Dammerde zu bilden, und diese Decklage auf eine Lage von gröblich zerschlagenen Steinen oder groben Kies zu betten, wenn die Unterlage nicht schon aus einer Bodenart besteht, die das Wasser leicht durchsickern läßt.

Erfahrungsgemäß genügt für die obere Lage eine Dicke von 0·06 bis 0·075 Mtr. und für die untere von 0·09 Mtr.

Ein gehöriges Festwalzen beider Lagen ist bei den Reitwegen sehr zu empfehlen. Das Gewicht der Walze genügt mit 2500 bis 3000 Kil.

Die Zugwege an den Seiten der Kanäle und schiffbaren Flüssen werden gewöhnlich macadamisirt, d. h. aus klein zerschlagenen Steinen gebildet. In England besteht die Bahn gewöhnlich aus zwei Lagen, wovon die untere, je nach Beschaffenheit des natürlichen Bodens, eine Stärke von 4 bis 6" hat, und von runden oder eckigen Kiesel- oder Kalksteinen von höchstens $1\frac{1}{2}$" Größe gebildet ist, die obere dagegen aus Kies besteht und nur eine Dicke von 1 bis $1\frac{1}{2}$" hat.

Zuweilen hat man auch einen mergelartigen Lehm angewandt, um die untere Lage zu verbinden, oder man hat die obere Lage mit Hammerschlacke oder Schlacken bedeckt, welches eine sehr ebene Bahn abgibt.

c) Fahrbahnen.

Die Fahrbahn einer Straße muß der Art construirt sein, daß sie dem Fuhrwerke zu allen Zeiten eine feste und ebene Oberfläche darbietet.

Die Festigkeit wird erreicht durch eine gute Auswahl von Materialien und durch die Verbindung derselben zu einem zusammenhängenden Ganzen, welches sich unter allen Umständen möglichst gleich bleibt; die Ebene aber durch eine angemessene Behandlung der obersten Decklage der Straße.

Das gewöhnliche Material zur Fahrbahn ist Stein in Gestalt von klein zerschlagenen Stücken (Schotter) oder Kies, was die sogenannten Schotter- oder Kiesstraßen gibt, oder in Gestalt von regelmäßig geformten Stücken von größern Geschieben, womit die Pflasterstraßen ausgeführt werden.

Die Bildung eines solchen selbstständigen Ganzen erfolgt unter folgenden Umständen:

Müssen Steinstücke so neben- und aufeinander liegen, daß sie sich bei der Einwirkung des Fuhrwerks auf ihre Oberfläche so ineinander-

schieben, verspannen und übergreifen, daß jeder den obern Stücken ertheilte Stoß und Druck der übrigen Masse mitgetheilt und so die Last der Fuhrwerke auf einen größern Theil des Planums vertheilt wird.

2) Müssen sich die festen Steinstücke unmittelbar aneinander anschließen und es darf sich daher keine thonartige Masse oder Sand zwischen denselben befinden, da hierdurch der innige Verband der Steine aufgehoben würde, wohl aber dürfen die Zwischenräume der sich berührenden Steinstücke mit Sand oder Steinsplitter ausgefüllt sein.

3) Muß der Boden, auf welchen dieses Steingefüge zu liegen kommt, sofern er nicht aus Sand, Kies- oder Steintrümmern besteht, vor Erweichung gesichert sein, indem andernfalls dasselbe die Last der Fuhrwerke nicht tragen könnte und versinken würde.

4) Muß die Dicke dieser Steinmasse so viel betragen, daß:
   a) mehrere Steinstücke über einander zu liegen kommen und sich gegenseitig übergreifen;
   b) sie dem Drucke der Räder hinreichend widerstehen kann;
   c) sie eine möglichst wasserdichte Decke über dem Planum der Straße bildet.

5) Muß zu der oben bezeichneten engen Zusammenfügung und Verspannung der Steinstücke entweder das Fuhrwerk einige Zeit bei nasser Witterung auf sie eingewirkt haben, oder es muß eine Druckwalze von 5000 bis 6000 Kil. Gewicht vor der Benutzung der Straße in Anwendung gebracht worden sein.

Erfahrungsgemäß erheischen diese Erfordernisse eine Gesammtdicke der Steinbahn von 0·18 bis 0·3 Mtr., je nach der Güte des Materials und der Schwere der die Straße befahrenden Fuhrwerke, sowie auch der Breite der Radfelgen.

Die Dicke der Fahrbahnen ist in verschiedenen Zeiten sehr verschieden angenommen worden. Auf den römischen Straßen betrug sie mindestens 36, oft 40″ und mehr. So hatte eine Straße zwischen Trier und Köln im Küllthal die auf Taf. IV. Fig. 7 angegebene Versteinung; a ist eine 10″ starke Grundlage aus Kalksteinplatten in Mörtel versetzt, b eine 10″ starke Lage Grauwackesteine mit Lehmerde in den Fugen, c eine 6—8″ dicke Lage von festgeschlagenem Lehm mit Sand vermischt, d eine 9″ hohe in Mörtel gelegte Kieslage, e endlich eine 6—10″ hohe Lage klein geschlagener Grauwackesteine mit Kies vermengt und mit Kalkmörtel verbunden.

Bei einer andern Römerstraße, die von Trier in die Gegend von Kaiserath führte, hat die Versteinung folgende in Fig. 7 a angegebene Zusammensetzung: b ist ein 10″ starkes Fundament aus behauenen Grauwacken in Mörtel versetzt, c eine 8″ starke Lage klein geschlagener Grauwackesteine mit Mörtel verbunden, d eine 6″ starke Lage dicht geschlagener Lehmerde, e eine 14 bis 19″ starke Lage von Kies mit Kalkmörtel verbunden.

Bei der Einführung des Straßenbaues in neueren Zeiten glaubte man

darin auch nicht genug thun zu können und gab den Versteinungen eine Stärke von 24 bis 28 Zoll; noch vor 30 Jahren nahmen die französischen Ingenieure 16″ oder 48 Centim. an. In neuester Zeit sorgt man für die Entwässerung des Straßenkörpers und richtet sich hinsichtlich der Stärke der Versteinung nach der Breite der Radfelgen und der Schwere der Fuhrwerke, welche die Straße befahren. Man gibt der Mitte der Versteinung der großen Handelsstraßen, welche mit Fuhrwerken von 9000 Kil. Ladung befahren werden, 0·3 Mtr., auf andern mit leichtem Fuhrwerke 0·27 Mtr., und auf Straßen für bloßes Landfuhrwerk 0·18 Mtr. Dicke. Nur bei ganz weichem Material, welches schnell vom Drucke der Räder zermalmt wird, setzt man obigen Dimensionen noch 8 bis 9 Centimeter zu.

Wesermann*) war der erste, welcher im Jahre 1814 seine Erfahrungen über dünnere Steinbahnen mittheilte, wonach dieselben aus zerschlagenen Steinen von $^3/_4$″ Dicke gebildet, sich vorzüglich gehalten haben.

Mac-Adam nimmt für Landstraßen 10″ als Norm an, und bildet die ganze Versteinung aus klein geschlagenen gleich großen Steinen. Er verlangt hauptsächlich einen trockenen Grundbau und hält daher für nothwendig, Graben an den Seiten der Straßen zu bilden, und daß die Steinlage erst in einer Höhe von 3 bis 4″ über dem Wasser der Graben anfange. Die zerschlagenen scharfeckigen Steine läßt er in ganz dünnen Lagen nach und nach aufwerfen, so daß die der obern Lage immer in die Vertiefungen, welche die unteren bilden, zu liegen kommen, und also die Zwischenräume so viel wie möglich gleich ausgefüllt werden.

Tréſaguet scheint der erste gewesen zu sein, welcher gute steinerne Straßen in Frankreich angelegt hat. Nachdem der Grundbau vollendet war, machte er in der Mitte des Planums eine Ausgrabung, deren Sohle einige Convexität zeigte, legte darin die Steinbahn wie in Fig. 3 Taf. IV. an, indem er auf die Seiten eine Reihe Einfassungssteine hinstellte; als Grundlage diente eine 0·15 bis 0·2 Mtr. hohe Schicht conischer Steine (moellons), auf welche eine 0·08 bis 0·1 Mtr. hohe Schicht kleinerer Steine folgte, welch letztere zum Theil die Zwischenräume der Grundsteine ausfüllten. Auf diese Grundlage wurde mit der Schaufel eine dritte 0·09 Mtr. dicke Schicht Schotterſteine von der Größe wie Nüsse hingeschüttet, wozu man die härtesten nahm.

Tuleau gibt den drei Schichten der Steinbahn, wenn solche auf vegetabilischer Erde ruht, eine Dicke von 0·36 Mtr., aber wenn der Grund sehr fest ist, vermindert er die Dicke auf 0·3 Mtr. Den Steinen der obersten Decklage gibt er eine Größe von 0·03 Mtr.

Im Königreich Preußen muß eine Kunststraße, welche als Frachtstraße dienen soll, auf folgende Art angelegt sein:

1) Wenn fester, z. B. aus Felsengrund bestehender Boden, es nicht über-

*) Wesermann, Handbuch für Straßen- und Brückenbau, Düsseldorf 1830.

flüssig macht, werden zu beiden Seiten der Länge nach 10 bis 12"*) lange, 4 bis 6" starke Rand- oder Bordsteine dicht nebeneinander gesetzt, die so weit mit den Köpfen hervorstehen müssen, als der Steinbahn Stärke auf den Seiten gegeben werden soll. Diese Bahn hat:

2) Eine Steinbahn unten, die in der Mitte bei minder festem Gestein 12" und bei hartem 8" im Minimum stark sein muß, nachdem ihre Befestigung durch Rammen oder Walzen bewirkt worden ist. Hier wird angenommen, daß die Steinbahn 9" in der Mitte und 6" an den Seiten sein soll. Sie besteht aus:

a) Einer Packlage von $2^1/_2$ bis $3^1/_2$" hohen Steinen, welche ihre größte Fläche nach unten und ihre Spitze nach oben kehren. Sie werden alle mit ihren Grundflächen so dicht als möglich aneinander gesetzt, die höheren in der Mitte, die niedrigern an den Seiten. Die Lücken zwischen den Packsteinen werden mit 2 bis 3" großen Steinstücken ausgefüllt und mit dem Hammer eingekeilt, doch so, daß die ganze Packlage eine rauhe, völlig unebene Oberfläche behält.

b) Der zweiten Steinlage, welche 1 bis $1^1/_2$" starke, zerschlagene Steine hat, und so stark gemacht wird, daß sie mit der Packlage zusammen etwa $^2/_3$ der Dicke der ganzen Versteinung ausmacht. Diese Lage wird 2 bis 3 mal mit einer, einschließlich der Belastung etwa 60 bis 70 Centner wiegenden Walze von den Bordsteinen nach der Mitte hin überwalzt.

c) Der obern Steinlage, die ebenfalls aus 1 bis $1^1/_2$" starken Stücken besteht und $^1/_3$ der Höhe der Steinbahn erhält. Diese Lage, welche die Bordsteine deckt, muß nach einer Lehre, welche auf die Köpfe der Bordsteine gesetzt wird, verbreitet, und mit einer Walze, die im Anfange nur 50 bis 60 Ctr. schwer ist, aber nach und nach stärker belastet wird, bis sie 100 bis 120 Ctr. wiegt, 5 bis 8 mal, je nach der Härte der Steine, überwalzt werden, bis die Steindecke so fest geworden, daß ein mit 50 Centner beladener Wagen darüber hinwegfahren kann, ohne einen merklichen Eindruck seiner Räder zurückzulassen. Die Ueberwalzung geschieht von den Bordsteinen nach der Mitte zu.

Die härtesten Steine müssen, wo sie nicht in hinreichender Menge vorhanden sind, zu den obern Lagen angewandt werden, und wenigstens zu der Decklage vorhanden sein. Alle Steine, die Bordsteine ausgenommen, müssen scharfeckig sein.

3) Eine Kiesbahn oben, wozu je nach der Härte des Gesteins eine 2 bis 3" starke Lage von reinem Kies hinreicht, die auf folgende Weise angebracht wird:

---

*) Preußisches Maß.

a) Nachdem die gewölbte Oberfläche der Steinbahn durch das Walzen fast alle Rauheit verloren hat, wird eine dünne Lage etwas feuchten Lehms auf die Bahn ausgebreitet und mit einer Walze von 100 bis 120 Ctnr. überfahren.

b) Auf dieser Lage wird der Kies ausgestreut und festgewalzt.

Umpfenbach gibt für die Steinbahnen der Kunststraßen folgendes als Norm an:

Bei 12" hoher Versteinung wird die untere Lage in der Mitte 6" hoch, mit 5- bis 6zölligen, die zweite 3" hoch, mit 2- bis 3zölligen Steinen; bei 9" hoher Versteinung aber die untere 3" hoch, mit 3- bis 4zölligen, die zweite ebenfalls 3" hoch, mit 2- bis 3zölligen; bei 6" hoher Versteinung die untere 3" hoch mit 3zölligen Steinen angelegt. Die Dicken der beiden untern Lagen nehmen bei den 12- und 9zölligen Versteinungen jede um 1" bis zum Rande hin ab, so daß jedenfalls die dritte Lage, Decklage genannt, bei allen Fällen auf die ganze Breite der Fahrbahn 3" stark ist.

Auch bei Kiesstraßen, welche ganz von Kies gebaut werden, wird dieser Uebergang von dickern zu dünnern Steinen beobachtet, so daß man die dicksten Steine aus dem gewonnenen Kiese hervorsucht, und sie zu der untern Lage verwendet.

Um zu verhindern, daß die Räder die Versteinung nach den Fußwegen hinausdrücken, und besonders um feste Punkte zu haben, wonach bei der künftigen Unterhaltung der Zustand der Straße und die nöthigen Reparaturen aufgenommen werden können, setzt Umpfenbach ebenfalls Rand- oder Bordsteine und läßt dieselben immer einige Zolle in das Planum eingreifen.

§. 18.

Wenn man erwägt, daß die Steinbahn einer Straße öfters den größten Aufwand verursacht, so muß es von Wichtigkeit für den Ingenieur sein, diejenige Stärke derselben zu kennen, welche erfahrungsgemäß unter verschiedenen Umständen die beste ist.

Nimmt man, wie dieß sehr allgemein beachtet wird, zwei verschiedene Lagen, eine Grund- und eine Decklage an, so findet die Verminderung der Dicke der Steinbahn ihre Grenze oft in der Gestalt der Grundsteine; denn häufig fallen Basalte und andere Steingattungen durch natürliche Zerklüftung in Stücke von 0·15 bis 0·18 Mtr. und es wird eine Ersparniß am Schlagerlohn erzielt, wenn man diese Stücke in ihrer natürlichen Form verwendet. Wird hierauf nicht eine Decklage von 0·09 bis 0·12 Mtr. Stärke aufgebracht, so haftet sie nicht fest und es treten durch die statthabende Abnutzung der Oberfläche die Grundsteine leicht zu Tage, wodurch die Straße uneben und schlecht wird. Eine Gesammtstärke der Versteinung von 0·24 bis 0·3 Mtr. erscheint also hier absolut nothwendig.

Hat man wegen des hohen Preises der Steine Ursache, auf die Verrung ihres Quantums, selbst auf Kosten der Handarbeitslöhne zu sehen,

so wird man gut thun, diese Steine sämmtlich zerschlagen zu lassen, und daraus eine mindestens 0·12 bis 0·15 Mtr. dicke Lage aus gröberem und eine 0·12 Mtr. dicke Lage aus feinerem Schotter zu bilden.

Das Zerschlagen sämmtlicher Steine zu gleicher Größe von 0·03 bis 0·045 Mtr. Dicke, welches Mac-Adam vorschreibt, ist zwar gut, aber mit großen Kosten verknüpft; bei theurem Material, wo es sich darum handelt, den Steinkörper auf ein Minimum der Dicke zu beschränken, ist diese Methode zu empfehlen.

Ist das Deckmaterial von vorzüglicher Art und weit theurer als das zur Grundlage, so kann man sich mit einer Dicke von 0·09 Mtr. begnügen und gibt der Grundlage eine Stärke von 0·15 bis 0·18 Mtr.

Ist dagegen das beste Material auch das wohlfeilste, dann bildet man die ganze Steinbahn von dem gleichen Material.

Ist das einzige zu Gebot stehende gute Material theuer, so zerschlage man es zu gleicher Größe und mache die Bahn möglichst dünn, d. h. für schweres Fuhrwerk 0·24 Mtr., für leichtes 0·18 Mtr. Fig. 1 oder 2, Taf IV.

Ist die Materialanschaffung wohlfeil, das Kleinschlagen aber schwierig und kostspielig, dann lasse man die Grundlage zur Ersparung des Schlagerlohns unzerschlagen, bilde ein 0·12 bis 0·15 Mtr. dickes Pflaster (Gestück) und ordne die Steine so an, daß sie mit der größten Fläche auf dem Boden ruhen und die Oberfläche möglichst rauh und zackig wird. Die Zwischenräume des Gestücks keile man nun mit kleinern Steinen aus und bringe sodann die Decklage in einer Stärke von 0·09 bis 0·12 Mtr. auf, bestehend aus klein zerschlagenen Steinen von 0·03 bis 004 Mtr. Dicke. Fig 3.

Ist das zu Gebot stehende Material nicht fest, und sind die Kosten des Kleinschlagens voraussichtlich geringer als die Bildung eines Gestücks, so zerschlage man es sämmtlich zu gleicher Größe und bilde ein Steingefüge von 0·3 Mtr. für schweres und 0·24 für leichteres Fuhrwerk.

Ist das zur Verwendung kommende Material nicht bester Gattung, dagegen der Handarbeitslohn verhältnißmäßig groß, so bilde man zur Ersparniß an Schlagerlohn die Grundlage aus gröbern Steinen von 0·06 bis 0·08 Mtr. Dicke, die obere Decklage dagegen aus feineren zerklopften Stücken von 0·03—0·04 Mtr. Dicke. Die Stärke der untern Lage wird wenigstens 0·18 Mtr., die der obern 0·12 Mtr. Fig. 4.

Da nach diesen auf Erfahrungen gegründeten Bestimmungen zur Grundlage ein größeres Steinquantum erforderlich ist, als zur Decklage, so ist mit aller Sorgfalt auf die Auffindung desselben in möglichster Nähe und auf geringe Gewinnungskosten hinzuwirken.

Wird der Straßenkörper in die Bergwände eingeschnitten, so können oft hierbei schon die nöthigen Steine zur Grundlage erhalten werden. Auch die Anwendung von Kies zur Grundlage und von Basalt oder andern harten Steinen zur Decklage kann unter gewissen Verhältnissen zweckmäßig erscheinen.

Im Allgemeinen bedürfen die Kiesstraßen, selbst wenn die Steinbahn ganz aus Kies besteht, keine größere Stärke als Straßen von mittelmäßig festen Steinen, nämlich 0·24 bis 0·3 Meter.

§. 19.

Die Rand- oder Bordsteine, welche gewöhnlich die Steinbahn einer Straße begrenzen, haben gewisse Vortheile, welche bereits in dem Frühern angeführt wurden und ihre Anwendung noch vor wenig Jahren fast allgemein machte. Bei Straßen, auf welchen die schwersten Frachtwagen gehen und das Planum aus aufgefülltem Boden besteht, dürften die Randsteine auch nicht wohl fehlen, selbst wenn sie verhältnißmäßig theuer wären; in allen andern Fällen aber, insbesondere wenn gutes Straßenmaterial zu Gebote steht, können sie füglich entbehrt werden, indem sie zwei wesentliche Nachtheile haben:

1) daß sie die Kosten bedeutend vermehren;

2) daß sie den Wasserabzug hindern.

Ein sehr einfaches Mittel, die Randsteine zu ersetzen, ohne allzu große Kosten aufzuwenden und den Wasserabzug zu hindern, bestünde darin: die Steinbahn auf beiden Seiten durch ziemlich große Bruchsteine zu begrenzen, welche einige Zolle im Boden stecken und etwa $^2/_3$ der Stärke der ganzen Steinbahn zur Höhe haben. Diese Steine bedürfen nicht diese regelmäßige Form und Bearbeitung wie die eigentlichen Randsteine, und da sie von der obersten Schotterlage überdeckt werden, so hindern sie in keiner Weise den Abzug des Regenwassers; um dabei wieder für die künftige Unterhaltung der Straße feste Punkte zu haben, genügt es, in Entfernungen von 30 zu 30 Mtr. einen Randstein in die Höhe der Straßenoberfläche zu setzen.

§. 20.

Ueber Pflasterungen.

Gepflasterte Bahnen pflegt man gewöhnlich bei Straßen anzulegen, welche von sehr schwerem Fuhrwerke befahren werden, oder bei welchen ein gutes Material für die Steinbahn, insbesondere die Decklage fehlt. Auch in Städten und Ortschaften sind Pflasterungen den Steinbahnen vorzuziehen, weil letztere während der nassen Witterung durch Mangel an Luftzug beständig kothig sind, und bei trockenem Wetter den Anwohnenden durch Staub beschwerlich werden.

Die Bedingungen eines guten Straßenpflasters sind folgende:

1) Müssen die Steine möglichst fest sein; diejenigen Gattungen, welche sich vorzugsweise eignen, wurden früher bezeichnet. Haben die Steine eine schiefrige Textur, so müssen die Ablösungsflächen eine senkrechte Stellung erhalten, weil sie sich sonst leicht abblättern würden.

2) Die Form der Pflastersteine richtet sich nach den Gesteinarten, welche man dazu verwenden kann. Der feste grobkörnige, in Grauwacke übergehende

Sandstein, der sehr feste Kalk, mehrere Basalt- und Granitarten lassen sich mit mehr oder weniger Kosten zu regelmäßigen Würfeln mit ebenen Flächen zurichten, und solche Steine sind wegen des völligen Schlusses, den sie durch die großen Berührungsflächen gegen einander haben, allerdings die besten.

Eine etwas keilförmige Bearbeitung der Steine und eine gewölbähnliche Zusammensetzung derselben auf dem Grundbau ist sehr zu empfehlen, indem sich die Steine bei dem Nachrammen des Pflasters fest aneinander setzen und verspannen.

Die lagerhaften Gesteine, als Kieselschiefer und feste schiefrige Grauwacke, lassen sich am leichtesten verarbeiten, weil dann der Stein, sowie er aus dem Bruche kommt, schon zwei glatte Flächen und manchmal auch einen ebenen Kopf hat. Steine dieser Art, die nicht zu spröde sind, geben ein eben so gutes Pflaster als würfelförmige, allein sie müssen mehr Höhe erhalten wie die letztern.

In Gegenden, wo man keine Bruchsteine findet, werden auch größere Flußgerölle, Geschiebe, oder sog. Wacken zur Pflasterung verwendet. Diese Steine haben meist eine sehr unregelmäßige Gestalt, deßwegen sollte man sie nicht unzubereitet verarbeiten; man sucht vor Allem eine der Flächen als Kopf eben zu hauen, und richtet dann die übrigen Seiten so gut zu, als es die Gestalt und Sprödigkeit der Steine erlaubt.

Bei gänzlichem Mangel an Steinen wendet man, wie in Holland, die härtesten Klinker, auf die hohe Kante gestellt, zum Pflaster an, welches zwar dem schweren Frachtfuhrwerke nicht widersteht, aber bei leichterem Fuhrwerke sehr glatt und dauerhaft ist. Die Fig. 6 und 6a Taf IV. zeigen eine solche Klinkerstraße im Durchschnitte und Grundriß.

3) Jedes Pflaster muß auf einem Untergrunde liegen, welcher das Wasser durchläßt und also nicht durch Nässe erweicht, z. B. Steinabfällen, Kies, Sand. Besteht der Untergrund aus Thon- oder Dammerde, so sollte das Pflaster auf eine 0·3 Mtr. hohe Sand- oder feine Kieslage gesetzt werden; besteht er aus Steinen, so ist immer so viel Sand nöthig, als eben zu der Einsenkung des Pflasters bei dem Nachrammen erfordert wird, wozu eine Schicht von 0·09 bis 0·12 Mtr. genügt. Fig. 5.

4) Zur möglichsten Verminderung des Widerstandes an dem Umfange der Wagenräder, Annehmlichkeit des Fahrens, Dauer und Schönheit des Pflasters ist es ferner nöthig, daß die obern Seiten der Steine, die Köpfe, eine ebene Fläche bilden.

5) Zur Festigkeit, Widerstandsverminderung, Reinlichkeit und Schönheit ist es ferner nöthig, daß die Fugen auf der Oberfläche möglichst eng sind und in den einzelnen ziemlich gleich breiten Schichten gehörig abwechseln.

6) Das Pflaster soll in regelmäßigen Schichten, die entweder einen Winkel von 45° oder 90° mit der Straßenachse machen, angelegt werden; letzteres ist erfahrungsgemäß besser, da die Ecken der einzelnen Steine nicht so leicht abgefahren werden.

7) Damit die Zugthiere nicht so leicht ausgleiten und damit die Abnützung des Pflasters mehr gleichmäßig geschehe, soll man die Pflastersteine nicht über 0·15 bis 0·18 Mtr. in's Gevierte nehmen und die einzelnen Steine möglichst gleich groß machen. Ist dieß zu kostspielig, so müssen die Steine so verlesen werden, daß immer gleich breite in eine und dieselbe Schicht kommen.

So sehr ein gutes Pflaster für Straßen durch Städte und Ortschaften, wegen der Leichtigkeit des Fahrens, Reinlichkeit, Dauer und Schönheit empfohlen werden kann, eben so sehr ist ein schlecht unterhaltenes Pflaster zu verwerfen, indem auf diesem die Zugthiere leichter ermüden und der Widerstand an dem Umfange der Räder weit größer ist als auf einer Steinbahn der Landstraßen, ferner das Fahren für den Reisenden äußerst unangenehm und lästig wird. Es sollten deßhalb gepflasterte Fahrbahnen nur in solchen Orten zugelassen werden, wo ein sehr bedeutender Verkehr stattfindet, und ein gutes Material zur Herstellung und Unterhaltung der Schotter- oder Steinbahn fehlt.

§. 21.

2. Entwässerung des Straßenkörpers.

Sowohl Grundbau als Steinbau einer Straße leiden Noth durch Feuchtigkeit und Nässe; ersterer wird, wenn er aus Thon- oder Dammerde besteht, durchweicht und verliert seine Tragfähigkeit, letztere nimmt allmälig an Härte und Festigkeit ab, die Steine der Decklage werden leichter unter dem Drucke der Räder zermalmt, es bilden sich Rinnen und muldenförmige Vertiefungen, in welchen das Regenwasser stehen bleibt, wodurch die Erweichung des ganzen Oberbaues der Straße immer noch größer und zuletzt die Straße selbst ganz unfahrbar wird.

Es ist daher nothwendig dahin zu wirken, daß das auf eine Straße fallende Regenwasser so schnell als möglich wieder von derselben entfernt und das vorhandene Grundwasser unschädlich gemacht werde.

Auf einer Straße, deren Fahrbahn horizontal wäre, würde es sich allerdings am bequemsten gehen, reiten und fahren lassen. Diese Form ist aber gerade wegen der Ableitung des Wassers nicht anwendbar, denn selbst in Steigen, wo das Wasser der Länge der Straße nach abliefe, würden sich Rinnen bilden. Das Wasser muß demnach nothwendig im Querschnitte der Straße ein Gefälle finden, nach welchem es abzieht, und dieses kann auf dreierlei Arten erhalten werden:

1) Das Wasser wird nach der Mitte geleitet. Abgesehen von der Unbequemlichkeit, welche eine gepflasterte Rinne für das Fuhrwerk hätte, ist diese Bauart nicht anwendbar, weil sie bei heftigem Regen durch die Wassermenge, und im Froste durch Glatteis die Straße unfahrbar macht.

2) Das Wasser wird nach der einen Seite der Straße geleitet, wodurch

der Querschnitt aus einer geneigten geraden Linie besteht. Die Neigung der Fahrbahn darf aber nur schwach sein, weil sonst das Fahren beschwerlich würde.

Auf Straßen in der Ebene oder überhaupt auf solchen mit geringem Gefälle ist diese Bauart nicht anwendbar, weil die geringste Spur, welche ein Wagen einfährt, den Abzug des Wassers hemmt, wodurch die Straße feucht bleibt. Brauchbar ist ein solcher Querschnitt nur bei Gebirgsstraßen oder Steigen, wo zu dem Quergefälle noch das Längengefälle kommt, und so das Wasser nach der Richtung des größten Gefälles abziehen kann. Alsdann wird die Straße nach der Bergwand hin geneigt, wodurch das Fuhrwerk vom Abhange, der gewöhnlich hohe Böschungen oder Stützmauern hat, nach dem Berge hingewiesen wird, so daß dadurch, besonders wenn erhöhte Trottoirs angeordnet sind, die Geländer gespart werden.

Selbst aber bei Steigen hat ein solches Profil den Nachtheil, daß die Fuhrwerke auf eine Seite hängen und in Folge der Reibung an den Radnägeln der tiefergehenden Räder, der der Fortbewegung sich entgegensetzende Widerstand wesentlich vergrößert wird.

3) Das Wasser wird nach beiden Seiten der Straße abgeleitet. Diese Form, in welcher der höchste Punkt der Straße in die Mitte zu liegen kommt, ist die gewöhnliche und auch wohl unter allen Verhältnissen die zweckmäßigste. Der Wasserabzug findet nach der kürzesten Linie statt und die Widerstände, welche sich der Fortbewegung eines in der Mitte gehenden Fahrzeugs entgegensetzen, sind am geringsten.

Sowohl das Wasser, welches von der Fahrbahn der Straße abzieht, als auch das fremde Wasser, welches sich von den angrenzenden Abhängen gegen dieselbe hinzieht, muß durch Seitengraben aufgefangen und abgeleitet werden. Solche Seitengraben sind daher absolut erforderlich, wenn die Straße in gleicher Höhe mit dem Terrain oder im Abtrage liegt, wie Fig. 9 und 10, Taf. IV.; sie können aber entbehrt werden, sobald der Straßenkörper einige Höhe hat, oder im Auftrage liegt, wie Fig. 8 und 11.

Die Sohle der Seitengraben muß durchweg einiges Gefälle haben, man legt sie gewöhnlich parallel mit der Straßenoberfläche.

Im Falle die Straße erhöhte Fußwege hat, oder daß die Fahrbahn von den Fußwegen durch kleine Seitengraben getrennt ist, aus welchen das Wasser nach den Seiten hin abzieht, sind kleine gemauerte Ableitungsrinnen unter diesen Fußwegen durchzuführen.

Ein Hauptzweck der Seitengraben ist aber auch noch der, das Grund- und Quellwasser von der Straße abzuhalten. Es läßt sich schon an der Oberfläche eines Bodens erkennen, wenn unterirdische Quellen vorhanden sind; so kann man als sichere Wahrnehmungen annehmen: wo der Schnee im Frühjahr am ersten schmilzt, wo die Kräuter und Pflanzen des Sommers ganz frisch stehen, wenn die Sonne sonst auf den Wiesen das Gras ausdürrt; wo gewisse Wasser- oder Sumpfpflanzen gut fortkommen, wo zur Sommer- oder

Herbstzeit weder Thau noch Reif liegt, während die ganze Umgebung damit überzogen ist.

Ist eine Straße über moorigen oder sumpfigen Boden zu führen, so sind die offenen Abzugsgraben so tief zu legen, daß die losern Erdschichten gehörig austrocknen und sich zusammensetzen. In diesem Falle hat man den Straßenkörper in Dammform aus besserem Material, am besten aus Steinen, Kies oder Sand herzustellen und zwar wo möglich schon ein Jahr früher, als die Steinbahn aufgebracht wird. An allen natürlichen Vertiefungen, wo sich sonst Wasser ansammeln könnte, sind besondere Abzugskanäle anzulegen, in welche die Seitengraben einmünden, auch müssen hier, sowie an den Punkten, wo die Straße über vertiefte Rinnen führt, Wasserdurchlässe oder Dohlen erbaut werden. Dieselben erhalten je nach ihrer Weite die auf Taf. V. Fig. 1, 1 a, 1 b, 1 c, 2, 2 a, 2 b, 2 c, 3, 3 a, 3 b angegebene Construction.

Bei Gebirgsstraßen, wo der Graben auf der Bergseite liegt, muß das Wasser in gewissen Entfernungen nach der Thalseite geführt werden. Zu diesem Behufe werden Querdurchlässe mit oder ohne Sturzrinne angelegt, je nachdem es die Verhältnisse gebieten. Constructionen verschiedener Durchlässe sind auf Taf. IV. Fig. 18, 20, 20 a und Taf. V. Fig. 5, 5 a, 5 b, 5 c angegeben.

Ueberall wo die Gebirgsstraße eine Mulde oder eine Schlucht durchschneidet, welche entweder nur zu gewissen Zeiten oder immer Wasser enthält, ist ein Durchlaß zu erbauen, dessen Weite sich nach der Größe der Wassermenge richtet. Constructionen solcher Durchlässe sind auf Taf. IV. Fig. 19 und Taf. V. Fig. 4, 4 a, 4 b, 4 c angegeben.

Um einer größern Menge Wasser im Thalweg eines Seitenthales, welches von der Straße durchschnitten wird, freien Abzug zu verschaffen, können Brücken nothwendig werden. Die Hauptregeln des Brückenbaus finden auch hier Anwendung und sind in dem ersten Theil unserer angewandten Baukunde enthalten.

Für den besondern Fall, daß ein kleiner Bach die Straße unter einem spitzen Winkel durchschneidet, und der Durchlaß nebenbei noch als Durchgang für Personen dienen soll, dürfte die Construction Taf. V. 8, 8 a, 8 b empfohlen werden.

Bisweilen kann es auch, besonders wo wenig Wasser abzuleiten ist, zweckmäßig sein, cylindrische Röhren von Gußeisen anzuwenden. Taf. V., Fig 6, 6 a, 6 b.

§. 22.

3. Querschnittsformen der Straßen.

Wie die Form des Querschnitts einer Straße im Allgemeinen beschaffen sein muß, damit sie allen Anforderungen genügt, haben wir in dem Obigen auseinandergesetzt, es bleibt daher zunächst zu untersuchen, wie diese Quer-

schnittsform in einzelnen Fällen zu nehmen, innerhalb welchen Gränzen die Wölbung der Fahrbahn, die Böschungen der Graben ꝛc. ꝛc. zu halten und welche Dimensionen insbesondere den Graben zu geben sind.

a) Wölbung der Straße.

Da die Straße zu flach in der Mitte wird, wenn man sie in ihrer ganzen Breite nach einem kreisförmigen oder elliptischen Bogen bildet, so erscheint es am besten, den Querschnitt der ganzen Straße nach zwei geraden Linien zu bilden, welche höchstens durch einen kleinen Kreisbogen von 1 bis 2 Mtr. Radius in der Mitte verbunden werden.

Nach der ältern französischen Methode erhält die Bahn eine Neigung nach den Seiten von $^1/_{10}$ bis $^1/_{12}$.

Umpfenbach gibt der 20′ breiten Steinbahn eine Wölbung von $^1/_{80}$ bis $^1/_{30}$ oder eine Neigung von $^1/_{40}$ bis $^1/_{15}$. Wenn die Materialien gut sind, oder die Straße ein bedeutendes Längengefälle hat, macht er die Wölbung kleiner, als wenn schlechte Materialien und wenig Längengefälle vorhanden sind.

Pechmann verlangt eine Wölbung von $^1/_{36}$ der Breite der Fahrbahn. An Bergabhängen will er die ebene Bahn mit einer Neigung von $^1/_{40}$ gegen die Bergseite anlegen.

Nach der preußischen Anweisung muß die Neigung der Steinbahn nach erfolgter Abwalzung $^1/_{24}$ sein, wenn das Längengefälle nur zwischen $^1/_{576}$ und $^1/_{144}$ liegt; $^1/_{36}$ wenn es zwischen $^1/_{72}$ und $^1/_{48}$, und $^1/_{48}$ wenn es zwischen $^1/_{20}$ und $^1/_{18}$ ist. Die Wölbung der Kiesbahn muß zwischen $^1/_{18}$ und $^1/_{36}$ sein nach dem Verhältnisse der Gefälle. Den Sommer- und Fußwegen wird ein Abhang von $^1/_{24}$ bei ziemlich wagrechter Lage der Kronenlinie gegeben.

Mac-Adam gibt den Fall der gehörig consolidirten Bahn zu $^1/_{36}$ bis $^1/_{60}$ an.

Im Großherzogthum Baden hat man die Wölbung bei Straßen in der Ebene oder in hügeligtem Terrain gleich der Neigung bei Straßen im Gebirge auf $^1/_{36}$—$^1/_{45}$ der Fahrbahnbreite bestimmt, je nach der Güte des Straßenmaterials. Bei gepflasterten Straßen behält man das elliptische Profil bei und gibt eine Wölbung von $^1/_{70}$—$^1/_{80}$. Die Trottoirs kommen in die gleiche Höhe mit der Fahrbahnmittellinie zu liegen und die Abzugsrinnen erhalten die in Taf. IV. Fig. 5 angegebene Form und Zusammensetzung.

b) Seitengraben und Böschungen.

Die Grabenböschung nach der Straße hin erhält 1 $^1/_2$fache Anlage. Eine steilere Böschung wird, wenn der Boden auch fest ist, durch die daneben gehenden Fußgänger bald ausgetreten und berafet sich nicht leicht.

Die Breite der Grabensohle richtet sich nach der Menge des abzuführenden Wassers, und wird, da man für die Entfernung des fremden Wassers auf andere Weise sorgt, selten groß, daher in der Regel eine Breite von 0·3 bis 0·45 Mtr. hinreicht.

Die Tiefe des Grabens muß ebenfalls zur Abführung des Wassers und außerdem zur Entwässerung des Straßenkörpers hinreichend sein. Wenn nicht viel Wasser abzuführen und der Boden ziemlich trocken ist, so reicht eine Tiefe von 0·5 Mtr. hin, bei quelligem oder gar sumpfigem Boden wird aber 0·6 bis 0·8 Mtr. angenommen. Auch dann, wenn die Umstände eine höhere Lage der Straße erfordern, gewinnt man die ganze nöthige Erde dadurch, daß man die Graben breiter und tiefer macht.

Die Lage der äußeren Grabenböschung richtet sich hauptsächlich nach der Beschaffenheit des Bodens, wird aber selten kleiner als mit einfacher Anlage angenommen.

Jeder Graben muß einiges Gefälle haben, man legt daher die Grabensohle, wie schon erwähnt, parallel mit der Fahrbahn der Straße.

Gräben, welche in einen guten Boden eingeschnitten sind, werden sich ohne besondere Vorkehrung von selbst berasen. Nur in Steigen, deren Gräben viel Wasser abführen und aus Sand oder Thon bestehen, kann man die Berasung nicht abwarten, sondern belegt die Sohle sowie die Böschungen, soweit sie von Wasser bedeckt sind, mit Rasen. Sind lagerhafte Steine wohlfeil zu haben, so werden die Gräben auch abgepflastert.

Die Fig. 9 und 10, Taf. IV. zeigen die Querschnittsform einer Straße in der Ebene, wenn dieselbe im Abtrage liegt.

Die Böschungen der Einschnitte werden verschieden sein, je nach der Beschaffenheit des Bodens. Ihre Bestimmung kann zwar nach früherer Anleitung (Allgem. Baukunde §. 146 und §. 170) geschehen, allein man wird, um der Straße hinlänglich Luftzug und Sonne zu geben, die Böschungen in der Regel mit 2- bis 3facher Anlage ausführen.

Die Böschungen der Straßentheile, welche höher als der natürliche Boden liegen, Fig. 8., erhalten eine 1- bis 1½fache Anlage und werden so wie die Grabenböschungen befestigt.

Wenn die Straße zeitweise vom Wasser bespült wird, müssen die Böschungen flacher sein und erhalten 2- bis 2½fache Anlage.

In Steigen, wo das Terrain nach dem Thale hin einen steilen Abhang hat, ist es nöthig, denselben treppenförmig abzutragen und darauf den Auftrag zu schütten. Fig. 17.

Wenn der Abhang aus steilen Felsen besteht, so würde eine Aufschüttung von jedem Regen beschädigt werden und bedürfte die Herstellung einer Böschung zu viel Material, weßhalb es zweckmäßiger erscheint, eine Trockenmauer aufzuführen. Fig. 14.

In engen Thälern hat man nicht immer Raum für Böschungen, man wird daher, um nicht zu viel Mauerwerk nöthig zu haben, die Stützmauern in der Art ausführen, wie Fig. 13 zeigt.

Zieht die Straße an einem Bache oder Flusse hin, so ist die äußere Böschung gehörig zu schützen. In den meisten Fällen, wenn eine große Strömung vorhanden ist, genügt eine Steinabpflasterung. Die Steine werden in

gutem Verbande auf die hohe Kante, und ihre Länge nach der Linie des größen Gefälles der Böschung gestellt. Der Fuß des Pflasters, wenn es nicht auf Felsen steht, wird mit einem Steinwurfe gedeckt.

Fehlt für die Böschung der Straße der nöthige Raum, oder will man überhaupt wegen Mangel an Abtrag die Böschungen des Straßenkörpers weglassen, so werden Stützmauern angelegt und dieselben entweder in Mörtel oder trocken ausgeführt, je nachdem die Strömung des Wassers mehr oder weniger reißend ist und je nach dem vorhandenen Material. Gewöhnlich sucht man die großen Steine in die untersten Lagen zu bringen und diese auf den Felsen zu gründen, sofern derselbe nicht zu tief liegt. Bei steinigem Grunde von bedeutender Mächtigkeit kann die Mauer gewöhnlich ohne Rost aufgeführt werden. Sollte aber ein Auskolken des Bachbettes zu befürchten sein, so müßte in einiger Tiefe unter der Sohle des Baches ein liegender Rost gelegt werden.

Eine Stützmauer kann auch noch in andern Fällen begründet sein, z. B. bei einer Straße in der Ebene, welche ziemlich hoch über dem natürlichen Boden liegt, der Ankauf des Geländes viel kostet und Mangel an Material zur Auffüllung vorhanden ist, Fig. 11; ferner bei einer Straße im Gebirge, wenn der Abhang ziemlich steil ansteht und durch eine Böschung zu viel Erdarbeiten verursacht würden. Fig. 17.

Führt eine Straße durch einen Felsenvorsprung im Einschnitte oder Tunnel, so erhält das Querprofil die Formen Fig. 15 und 16.

Zieht die Straße an einem Felsenabhange hin, und ist dieselbe zu schützen gegen herabstürzende verwitterte Felsenmassen oder Schneelawinen, so erhält sie eine Bedachung von Stein oder Holz, wie die Fig. 21 und 22 zeigen.

Könnte die Straße nicht in die Felsenwand eingeschnitten werden, so wäre entweder eine hölzerne Brücke, wie Fig. 23, oder eine Anschüttung mit hoher Futtermauer begründet.

Fünfter Abſchnitt.

Nöthige Bauten, nützliche Kunſtwerke, Verſchönerungen und Unterhaltung der Landſtraßen.

Nöthige Bauten, nützliche Kunstwerke, Verschönerungen und Unterhaltung der Landstraßen.

§. 23.

Die gewöhnlichen Baugegenstände auf und bei den Landstraßen sind: die Post-, Zoll-, Straßengelderheber- und Straßenwärterhäuser, ferner die Schutzvorkehrungen gegen Absturz, die Meilen-, Richtungs- und Gränzzeiger, Schlagbäume, Brunnen, Quellenfassungen, Ruhepfosten und Ruhebänke.

Bei allen diesen Gegenständen soll man sich besonders schöner, einfacher und gefälliger Formen bedienen und solche Materialien und Constructionen wählen, welche von entsprechender Dauer und dabei doch nicht zu theuer sind.

Der Hauptzweck der Posthäuser ist, den Reisenden in wenig bewohnten Gegenden als Zufluchtsort zu dienen, wo sie frische Pferde, Obdach für die Wagen und nöthige Hülfe bei Unglücksfällen erhalten können. Die Stellung dieser Gebäude in Beziehung auf die Straße ist so zu wählen, daß mehrere Fuhrwerke gleichzeitig vor denselben halten können, ohne die Straße dadurch zu verengen. Ein Abstand von 5 Mtr. von dem Straßenrand dürfte das Minimum sein.

Die Häuser der Straßengelderheber werden selbstverständlich nur an solchen Straßen erbaut, wo noch Straßengeld erhoben wird. In vielen Ländern wird dieses Straßengeld gleichzeitig mit dem Pflastergeld der Städte erhoben, wodurch es alsdann überflüssig wird, besondere Gebäude außerhalb dieser Städte aufzuführen.

Straßenwärterhäuser werden in der Regel nur da angelegt, wo eine Straße entfernt von bewohnten Orten durch eine öde Gegend zieht. In den meisten Fällen werden dieselben überflüssig sein, da die Straßenwärter ihre Wohnung in benachbarten Orten nehmen können.

Schutzvorkehrungen sind an hohen und steilen Abhängen nothwendig und bestehen aus Abweispfosten, Taf. VI. Fig. 14, Geländern, Fig. 16 u. 17, Brüstungen, Fig. 18 und 19, Baumpflanzungen, erhöhten Fußwegen.

Zu den Baumpflanzungen sind nur Bäume von schöner Gestalt und Krone, welche hochstämmig sind und tief gehende Wurzeln haben, zu empfehlen, als: Ahorn, Pappel, Linde, Ulme, Esche, Vogelbeer und Kirschbaum; Nuß-, Apfel- und Birnbäume, sowie Akazien dürfen nicht zu nahe an die Straße gepflanzt werden, indem sie derselben zu viel Sonne rauben. Die Entfernung der Bäume beträgt 7·5 bis 9 Mtr., je nach der Sorte.

Meilen-, Richtungs- und Grenzzeiger. Die Meilenzeiger sind sowohl für das Postwesen, als auch für die Straßenadministration von Wichtigkeit, da sie die Straßen in ihrer Länge genau eintheilen. In den meisten europäischen Staaten bestehen die Meilenzeiger in hölzernen, gußeisernen oder steinernen Pfosten.

Die Richtungszeiger oder Wegweiser werden auf den Straßen angebracht, um die Richtung derselben nach den Hauptorten zu erfahren; sie werden da aufgestellt, wo Wege sich kreuzen oder wo eine Straße sich in mehrere Zweige theilt. Es gibt hölzerne, eiserne und steinerne Wegweiser; dieselben sind immer mit einer Tafel zu versehen, worauf der Name des nächsten Hauptortes angegeben ist. Fig. 1, 2, 3, 4, 5, Taf. VI.

Die Grenzzeiger sind gewöhnlich hölzerne Stöcke mit Tafeln, die durch den Anstrich sehr erkenntlich sind, indem sie die Landesfarben tragen. Fig. 9. In manchen Ländern, z. B. in Frankreich, sind es 2 Mtr. hohe Steine, mit Inschrift und einem ausgehauenen Adler versehen.

Aehnliche Stöcke wie die Grenzzeiger sind die Orientirungs- und Verbotsstöcke. Fig. 6 und 7.

Die ersteren sind bestimmt, dem Reisenden beim Eintritt in einen Ort den Namen desselben, den Kreis oder Oberamtsbezirk, in welchen er gehört, sowie die Entfernung von der Hauptstadt des Landes namhaft zu machen; sie werden deßhalb an den Ein- und Ausgängen der Orte errichtet oder auch nur Tafeln an das erste Haus befestigt. Die Verbotstöcke dienen dazu, den Fuhrmann von solchen Wegen abzuhalten, welche nur zum Gehen oder Reiten bestimmt sind.

Schlagbäume oder Barrièren sind immer hemmende Gegenstände der Passage und werden nach und nach in allen Ländern abgeschafft.

Brunnen und Quellen. Für gutes und reichliches Wasser, sowohl zur Erquickung der Menschen als der Thiere, sollte bei einer vollständigen Straßenanlage immer gesorgt sein.

Ruhepfosten und Bänke. Bei den Meilenzeigern oder den Wegweisern, Brunnen oder Quellen, können zur Annehmlichkeit der Reisenden Ruhebänke von Holz oder Stein angebracht werden, Fig. 10, 11, 12; auch ist es zuweilen zweckmäßig, an geeigneten Orten mit solchen Bänken Ruhepfosten in Verbindung zu bringen, welche zum Absetzen solcher Lasten dienlich sind, die auf dem Kopfe oder auf dem Rücken getragen werden. Fig. 13, 13a und 13b.

Endlich sind noch die Grenzgemarkungssteine, Fig. 15, zu erwähnen; sie bezeichnen das zur Straße gehörige Gelände.

§. 24.

Unterhaltung der Straßen.

Von dem Augenblicke an, wo eine Straße dem Verkehr übergeben wird, beginnt auch die Unterhaltung derselben, denn Gebrauch und Witterung üben fortwährend einen zerstörenden Einfluß aus. Es ist besondere Pflicht des Straßenunterhaltungspersonals, jede Abnützung an der Straßenoberfläche oder

Beschädigung an den Böschungen und Graben, Durchlässen oder Brücken, Geländern 2c. 2c. möglichst bald wieder herzustellen, damit das wahre Straßenprofil nie verunstaltet werde und die Oberfläche stets eben und fest, überhaupt die Straße in allen Theilen in gutem Zustande verbleibe.

Bei einem guten und richtigen Unterhaltungsverfahren kommen lediglich nur zwei Verrichtungen vor:

1) Das beständige Entfernen der täglichen Abnutzung des Straßenkörpers, sei es Koth oder Staub.
2) Das Auftragen des Materials, welches das durch den Gebrauch zerstörte und abgehobene wieder ersetzen muß.

Diese zwei Verrichtungen, gut und zur rechten Zeit ausgeführt, beugen im Allgemeinen jeder Beschädigung größerer Art vor, und die sodann nach jeder Richtung auf ihrer ganzen Breite befahrene Straße wird sich nur parallel mit ihrer Oberfläche abnützen.

1. Entfernung des abgenützten Materials, als:

a) Staub.

Wenn sich das Fuhrwerk auch nur wenige Tage während trockener Witterung auf einer selbst guten Straße bewegt hat, so bedeckt sich dieselbe bald mit einer dünnen Schichte Staub. Dieser Staub belästigt die Reisenden und die Pferde, schadet den anliegenden Grundstücken, erschwert die Bewegung der Fuhrwerke und verwandelt sich, wenn ein anhaltender Regen eintritt, in Koth; der Koth führt Geleise herbei und beschleunigt das Schlechterwerden der Straße auf jede Weise.

Sowohl im Interesse derjenigen, welche die Straße benützen, als derjenigen, welche die Unterhaltung zu besorgen haben, muß der Staub daher stets entfernt werden.

Dieses Entfernen geschieht wohl am meisten mit der Krücke und dem Besen aus Birkenreisig oder der Wurzel der Piazabapflanze, allein man hat auch Maschinen, welche zu diesem Zweck dienen und die auf Taf. VII. Fig. 7 und 7a angegebene Construction haben.

Eine gut abgekehrte Straße läßt, wenn Regenwetter eintritt, selbst wenn es mehrere Tage anhält, keinen Koth aufkommen. Die Oberfläche einer solchen Straße ist vollkommen eben und hart, und wenige Stunden trockenen Wetters reichen schon hin, sie wieder vollkommen auszutrocknen.

b) Koth.

Wenn nasses Wetter lange fortdauert, so wird die Straße zuerst schmutzig und bedeckt sich später mit einer Schichte von Koth, die mehr und mehr an Dicke zunimmt. Der Koth muß alsdann schleunigst weggeschafft werden, denn er läßt die Bahn, in welcher sich bereits Fuhrwerke bewegt haben, leicht erkennen, und da diese Bahn besser zu befahren ist, als der übrige Theil der Straße, so kommt es dahin, daß alle Fuhrwerke dieselbe ganz gleichmäßig einhalten, wodurch in kurzer Zeit tiefere Geleise und Pfützen entstehen.

Hat man aber Sorge, den Koth, so wie er sich erzeugt, mit der Krücke

oder einem Kothkratzer, Fig. 6, 6a, 6b und 6c wegzuschaffen, so haben die Fuhrwerke keinen Grund, die Straße nicht wie sonst nach allen Richtungen zu befahren und wird dieselbe dann, obschon sie weicher und weniger widerstandsfähig ist, dennoch eben und geleisefrei bleiben.

Durch das beständige Abheben des Staubes und Kothes kann die Straße immer eben und glatt erhalten werden, aber sie würde sich abnützen und vertiefen und man würde bald den Grundbau der Steinbahn erreichen, wenn man nicht das abgehobene zermalmte Material wieder durch anderes ersetzen wollte. Dieß ist der Zweck der zweiten Operation bei der Straßenunterhaltung, bestehend im Auftragen des Materials.

2. Verwendung des neuen Materials. (Schotter oder Kies.)

a) Auftragen des Materials.

Da eine Straße sich sehr langsam abnützt, so kann man den Zeitpunkt auswählen, in welchem die Anwendung frischen Materials am vortheilhaftesten erscheint. In dieser Beziehung hat die nasse Witterung im Spät- oder Frühjahr ganz außerordentliche Vorzüge vor der trockenen. Das Material, welches bei trockener Witterung eingelegt wird, bindet sich nicht; es wird zermalmt und wieder zu Staub, ohne in die Masse der Versteinung einzudringen, während es bei feuchtem Wetter, mit der gehörigen Sorgfalt eingebracht, ohne zerdrückt zu werden, mit der Steinbahn sich zu einem Ganzen verbindet und überdieß das Fuhrwerk nur wenig belästigt. Daher darf nur bei angemessenen Witterungsverhältnissen, d. h. wenn häufige Regengüsse die Oberfläche erweicht haben, und kein Frost zu befürchten ist, mit dem Auftragen des Materials begonnen werden. Eine allgemeine Auffüllung oder ein eiliges Hineinwerfen der Steine darf nicht stattfinden, sondern es ist das Material nach und nach, wie es nothwendig wird, zu verbrauchen.

Wo sich in Folge der Abnutzung Vertiefungen in der Straßenoberfläche zeigen, die in der Mitte zwischen 0·03 und 0·06 Mtr. betragen mögen, ist vor Allem der Koth sorgfältig wegzunehmen und die mit Material zu belegende Stelle mit dem Pickel etwas aufzuhauen; erst dann darf das Material eingelegt werden, und zwar so, daß das gröbste in der Mitte, das feinere aber gegen die Ränder hin verwendet wird, und nöthigenfalls die Zwischenräume zwischen den Steinen mit etwas abgenütztem Material ausgefüllt werden.

Die Straßenwarte haben alsdann dafür zu sorgen, daß das neu eingelegte Material, wenn es durch die Räder der Wagen oder die Hufe der Pferde theilweise wieder aus seiner Lage gebracht wurde, stets mit dem Rechen an seiner Stelle gehalten wird.

Nur ausnahmsweise soll das Belegen einer bestehenden Straße mit einer vollständigen neuen Schotterdecke vorkommen, wenn nämlich durch allzu schnelle Abnützung, oder durch eingetretene Vernachläßigung, die Steindecke nicht nur an einzelnen Orten, sondern durchgängig in einen solchen Zustand gerathen ist, daß sie den Fuhrwerken keinen gehörigen Widerstand mehr zu leisten vermag. In diesem Falle würde man durch ein stückweises Auftragen nicht schleu-

nig genug und nur mit allzu großer Mühe den Zweck erreichen. Keinenfalls ist übrigens eine vollständige Ueberschotterung der abgenützten Fahrbahn vorzunehmen, bevor nicht die normale Stärke der Steindecke nach ihrer ganzen Ausdehnung sich um mindestens 0·045 Mtr. vermindert hat. Auch darf das Geschäft erst vorgenommen werden, wenn der Koth vorher gehörig abgezogen wurde, wenn bereits eine genügende Durchfeuchtung eingetreten ist, und überdieß voraussichtlich auf längere Zeit feuchte oder nasse Witterung zu gewärtigen steht. Das Ueberschotterungsmaterial selbst ist dabei nur in möglichst gleichförmig zubereitetem Zustande zur Verwendung zu bringen, und wo thunlich mit einer Straßenwalze festzudrücken.

Die später entstehenden Geleise sind beständig mit dem Rechen zu entfernen, damit das Fuhrwerk keine Spur halten kann, sondern sich nach der ganzen Breite der Fahrbahn bewegt, und so zu gleichförmiger Befestigung derselben und zur durchgreifenden Bindung des Materials beiträgt*).

b) Menge des zu verwendenden Materials.

Was den jährlichen Materialbedarf für die Unterhaltung der Straßen eines Landes betrifft, so hängt dieselbe insbesondere ab:

1) Von der Breite der Fahrbahn.
2) Von der Größe des Verkehrs.
3) Von dem Gewicht der Wagen und der Breite der Radfelgen.
4) Von der Güte und Festigkeit des Materials.
5) Von der Lage der Straße und den climatischen Verhältnissen des Landes.
6) Von der Sorgfalt, welche von dem betreffenden Personal auf das Unterhaltungsgeschäft verwendet wird.

Im Großherzogthum Baden kann als Durchschnitt für eine Fahrbahnbreite von 20′ oder 6 Mtr. angenommen werden, daß

1) bei gutem	Material	und	starker	Frequenz	15—20	bad. Kbkf.	od. 0·4 —0·54 Kbkm.
2) „	„	„	„	mittelm.	„ 10—15	„ „	„ 0·27—0·40 „
3) „	„	„	„	geringer	„ 5—10	„ „	„ 8·13—0·27 „
4) bei	mittelm.	„	„	starker	„ 20—25	„ „	„ 0·54—0·67 „
5) „	„	„	„	mittelm.	„ 15—20	„ „	„ 0·40—0·54 „
6) „	„	„	„	geringer	„ 10—15	„ „	„ 0·27—0·40 „
7) bei	geringem	„	„	starker	„ 25—30	„ „	„ 0·67—0·81 „
8) „	„	„	„	mittelm.	„ 20—25	„ „	„ 0·54—0·67 „
9) „	„	„	„	geringer	„ 15—20	„ „	„ 0·40—0·54 „

für die laufende Ruthe oder 3 Mtr. erforderlich sind.

Um den Anforderungen an eine gute Straßenunterhaltung zu genügen, muß man noch Folgendes beachten:

1) Hat die Straße sog. Rand- oder Linienſteine, so müssen dieselben bündig mit der Straßenbahn liegend erhalten werden, weil sie im Falle des

*) Vorschrift über die Art der Straßenunterhaltung im Großherzogthum Baden für Straßenmeister vom Jahre 1863 und für Straßenwarte vom Jahre 1865. Carlsruhe bei Gutsch.

Ueberstehens den Wasserabfluß hindern. Aus denselben Gründen ist auch das Aufkommen von Graswülsten an den Straßenrändern zu verhindern.

2) Die Seitengraben sollen auf ihrer Sohle jederzeit rein, von Graswuchs frei sein.

3) Bei stark gefallenem Schnee soll die Fahrbahn möglichst davon gereinigt werden, wozu man sich eines einfachen Schneeschlittens bedient. Seitengraben und Durchlässe sind bei eintretendem Thauwetter vom Eise zu befreien.

4) Es ist dafür zu sorgen, daß jederzeit ein Materialvorrath längs der Straße vorhanden seie, um die eingetretenen Abnutzungen bei günstiger Witterung sogleich vornehmen zu können. Zur Lagerung dieses Vorraths erscheint es zweckmäßig, sog. Materialplätze in Entfernungen von 30—60 Mtr. anzulegen. Fig. 24, Taf. IV. Das Material wird gewöhnlich in Form von Bruchsteinen beigeführt, alsdann auf ein gewisses Maß (0·04—0·045 Mtr. nach allen Richtungen) kleingeschlagen und schließlich zur Abrechnung gemessen. Dieses Messen kann auf 2 Arten geschehen, entweder mit dem Kastenmaß Fig. 10, Taf. VII., welches ein bestimmtes kubisches Maß z. B. 0·5 Kubmtr. enthält, oder mit einer Chablone, Fig. 9, nach welcher das Material in längliche Haufen gesetzt wird. Der Flächeninhalt der Chablone mit der Länge des Haufens multiplicirt, gibt den Kubikinhalt des letztern, ohne die Enden desselben, welche leicht ein für allemal berechnet werden können.

5) Ein Haupterforderniß bleibt es immer, daß für das Unterhaltungsgeschäft eine ständige Aufsicht vorhanden sei. Man wähle für die Straßenwarte nur rüstige fleißige Männer und belehre sie genau mit den Vorschriften der Straßenunterhaltung. Zur Instandhaltung des richtigen Profils einer Straße bedient sich der Straßenwart am besten einer Profillatte oder Chablone, Fig. 8. Auf der Kante der Straße werden Pfählchen geschlagen, und mit den Visirkreuzen in die richtige Höhe eingerichtet, alsdann wird die Profillatte an jedem Pfählchen aufgesetzt und das Straßenprofil darnach regulirt.

In Fällen, wo die ständigen Straßenwarte für die vorzunehmende Arbeit nicht ausreichen, sind Hülfsarbeiter aufzustellen.

§. 25.

Kiessortirungsmaschine von Augustin. Taf. VII. Fig. 4 und 5.

Zur Unterhaltung guter Straßen sind stets vollkommen reine Materialien von gleicher Größe erforderlich. Der Kies, welcher zum Beschütten der Straßen genommen wird, darf weder Sand, noch Erde, noch irgend andere fremdartige Körper enthalten.

Das gewöhnliche Verfahren, dessen man sich zur Vorbereitung des Kieses bedient und welches darin besteht, daß man den aus der Grube gewonnenen Kies an ein Draht- oder Eisengitter wirft und sodann die größten Stücke mit der Hand aus der ganzen Masse aussucht, ist ebenso umständlich als kostspielig. Augustin hat daher eine Maschine erdacht, mit deren Hülfe sich eine ziemlich vollkommene Sortirung und eine Abscheidung des rohen

Kieses in drei verschiedene Theile, nämlich Sand, Kies zum Straßenbau und grobe Kiesel bezwecken läßt. Wie aus den Fig. 4 und 5, Taf. VII. ersichtlich, besteht die Maschine aus zwei Sieben von verschiedener Weite, welche einen Winkel von etwa 40° miteinander bilden, nach entgegengesetzten Richtungen geneigt und durch starke Bänder aus Eisenblech mit einander verbunden sind. Das obere Sieb, welches zum Abscheiden der großen Steine dient, hat eine Neigung von 20 bis 30 Grad und bewegt sich an dem einen Ende in Charniergelenken, während es an dem andern an Riemen aufgehängt ist, welche an Federn aus hartem Holze oder Eisen befestigt sind. Durch diese Riemen wird es in größerer oder geringerer Höhe über einem eisernen Rade mit sechs Daumen erhalten, welches seine Bewegung von einer Kurbel aus erhält. Ueber den beiden Sieben ist ein hölzerner Trichter angebracht, in welchen der rohe Kies geworfen wird; durch diesen gelangt er zuerst auf das obere Sieb, von dem die großen Steine abrollen, während der sortirte Kies und der Sand auf das zweite Sieb fallen, von welchem der eigentliche Kies gleichfalls wieder abrollt, während der Sand und das zu kleine Material durchfällt.

Nach zehnstündiger Arbeit können von 6 Arbeitern 50 Kbm. roher Kies sortirt werden; man erhält im Durchschnitt davon 18 Kbm. guten Kies, 5 Kbm. Kiesstücke zum Zerschlagen und 27 Kbm. Sand. Dieselben Arbeiter würden auf die gewöhnliche Art kaum die Hälfte leisten können.*)

§. 26.

Von den Straßenwalzen. Taf. VII. Fig. 1, 2 und 3.

Bis vor etwa 10 bis 15 Jahren überließ man es fast allgemein nur den Fuhrwerken, den Theil der Straßenoberfläche, welcher mit Schotter oder Kies bedeckt ist, festzufahren und zu ebnen. Die Verbindung der einzelnen Steinstücke wurde daher in diesem Falle auf Kosten des Verkehrs zu erreichen gesucht.

Erst in neuerer Zeit hat man angefangen, neue Straßen, bevor sie dem Verkehr übergeben wurden, durch schwere Walzen festzufahren und zu consolidiren. Durch das Walzen erhält man gleich eine schöne feste Straße und die Fuhrwerke beziehungsweise Zugthiere werden einer großen Beschwerlichkeit enthoben. Ja es können bei einer solchen Anordnung die untern Lagen einer beschotterten Fahrbahn von größern Dimensionen und schlechterer Qualität sein, da man gar nicht zu befürchten hat, daß bei einer festgewalzten Straße diese gröbern Steine der untern Lage in die obere kommen. Es kann ferner die Dicke der Gesammtversteinung einer Fahrbahn fast durchweg um 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll weniger stark angelegt werden, als bei Straßen, bei welchen die Consolidirung auf Kosten des Verkehrs stattfinden muß.

Insbesondere ist in der ersten Zeit die Unterhaltung der Straße viel ge-

*) In neuerer Zeit hat man auch Steinklopfmaschinen angewandt, dieselben haben sich aber noch nicht bewährt.

ringer und bedarf weniger Material, so daß die Kosten des Walzens vollständig gedeckt werden.

Die in neuerer Zeit mehrfach in Deutschland und Frankreich in Anwendung gebrachten Straßenwalzen sind von Gußeisen und haben die auf Taf. VII. Fig. 1, 2, 3 angegebene Construction. Das Gewicht der Walze ist 50 bis 60 Ctr. oder 2500—3000 Kilog., kann aber durch den Aufsatz bis auf das Doppelte vergrößert werden.

Diese Walzen sind leicht zu bewegen und erfordern bei der größten Belastung eine Bespannung von 6 Pferden. Man kann damit in einem Tage 280 bis 300 Quadratruthen oder 2500 bis 2700 □Mtr. Versteinung vollkommen abwalzen und es berechnen sich die Kosten nach den im Großh. Baden gemachten Erfahrungen auf 5 bis 7 Kreuzer per □Ruthe oder 0·02 bis 0·27 Frcs. per □Mtr., je nachdem das Abwalzen auf wenig oder stark geneigten Straßen, bei minder oder mehr festem Material, bei nasser oder trockener Witterung, in welch letzterem Falle künstlich befeuchtet werden müßte, vorgenommen wird.

Bei einer neu überschotterten oder überkiesten Straße wird dieselbe vor Allem ein- bis zweimal mit der unbelasteten Walze überfahren. Hierauf wird eine Last von 1500 bis 2000 Kilogr. aufgebracht und abermals eine bis zwei Fahrten vorgenommen. Nach diesen Fahrten können wieder 1000 bis 1200 Kilogr. zugesetzt und nun mit diesem Totalgewicht 6 bis 8 Fahrten ausgeführt werden.

Nachdem auf diese Weise die Lagen gehörig zusammengedrückt sind, wird etwas Sand oder Straßenabhub auf die Fahrbahn ausgebreitet und die Walze noch einigemal angewendet.

Um die Steine der Versteinung völlig zu vereinen, ist es erforderlich, daß bei der Operation eine gewisse Feuchtigkeit im Boden vorhanden ist. Muß daher bei trockener Witterung eine Straße gewalzt werden, so bedient man sich sogen. Gießkarren. Die Feuchtigkeit des Bodens darf jedoch keinesfalls so groß sein, daß der Grund, worauf die Steinlage der Fahrbahn ruht, erweicht.

Die Kosten einer Walze nach der Construction Taf. VII. belaufen sich auf circa 700 Gulden oder 1500 Francs.

Man hat auch Walzen mit 3 Cylindern von kleinerem Durchmesser besonders in England angewendet, allein sie haben sich nicht für so zweckmäßig bewährt, wie die eincylindrische Walze; insbesondere ist das Wenden mit der dreicylindrischen Walze äußerst schwierig.

In neuester Zeit wurde die Construction der Walze zuweilen dahin abgeändert, daß man den Kasten für die Belastung wegließ, statt dessen aber die Walze selbst mit Wasser oder Sand anfüllte. Die Versuche, welche in Oberschlesien mit solchen Walzen gemacht wurden, fielen günstig aus*).

*) Förster's Bauzeitung 1854.

Sechster Abschnitt.

Construction der Fuhrwerke und Erfahrungen über den Widerstand derselben auf Straßen von verschiedener Beschaffenheit.

Construction der Fuhrwerke und Erfahrungen über den Widerstand derselben auf Straßen von verschiedener Beschaffenheit.

§. 27.

1. Construction der wichtigsten Theile der Wagen und Gewicht derselben.

a) Räder und Achsen.

Da die Felgen, besonders wenn sie eine große Breite haben, wie Walzen auf die Bahn wirken, so wäre es gut, wenn die Walzen so eingerichtet wären, daß die Bahn durch die Räder so viel wie möglich gewalzt würde. Dieß könnte auf zweierlei Art geschehen:

a) Wenn den vordern und hintern Rädern desselben Wagens eine verschiedene Spurweite gegeben würde, oder

b) Wenn die Wagen eine verschiedene Spurweite hätten.

Bei schlechten Straßen, die tiefe Geleise haben, kann weder die eine noch die andere Weise angewandt werden; hier dient es vielmehr zum leichtern Fortkommen, wenn der Wagen Spur hält. Man hat daher in einigen Ländern eine bestimmte Spurweite der Wagen gesetzmäßig verordnet.

Die lichte Entfernung der Räder oder die Spurweite darf bei hoch bepackten Fuhren nicht zu klein sein, weil sie sonst leicht umfallen, aber auch nicht zu groß, weil die Fuhrwerke sich in engen Straßen mancher Städte und Dörfer nicht ausweichen könnten und auch die Fahrbahn der Straßen eine verhältnißmäßig größere Breite haben müßte.

Nach Umpfenbach ist die zweckmäßigste Spurweite:

Für schweres Fuhrwerk . .	5′ 6″ — 6′
„ 2rädrige Personenfuhren	4′ 6″ — 5′
„ 4rädrige „	4′ 3″ — 4′ 6″ rh. M.

In England hat man gewöhnlich eine Spurweite der gewöhnlichen Landfuhrwerke von 4′ 8½″, welche auch Stephenson für seine erste Locomotivbahn einführte.

Von besonderer Wichtigkeit ist die Breite der Radfelgen; dieselbe darf im Verhältniß zum Gewicht des Wagens nicht zu klein sein, da dieß sowohl für die Zugkraft als auch für die Unterhaltung der Straßen sehr nachtheilig wäre und keine solide Construction der Räder gestatten würde.

In England dürfen die Wagen nach dem Gesetz von 1823 die in der nachfolgenden ersten Tabelle angeführten Gewichte haben. Für das Uebergewicht werden die in der zweiten Tabelle angeführten Zahlungen erlegt.

1. Tabelle.			2. Tabelle.			
Wagen.	Erlaubtes Gewicht.		Abgabe für das Uebergewicht.			Bemerkung.
	Sommer.	Winter.				
	Ton. Ctn.	Ton. Ctn.	Ctn.	Sch.	P.	
Ein vierrädriger Wagen mit 6″ breiten Felgen . .	6—10	6—0	1	—	3	
Ein zweirädriger Wagen mit ähnlichen Felgen . . .	3—10	3—0	2	—	6	
Ein vierrädriger Wagen mit Felgen zwischen 9 und 6″	4—15	4—5	3	1	—	und über 5 Sch. mehr für jeden Centn., der über 10 geladen wird.
Ein zweirädriger Wagen mit ähnlichen Felgen . . .	3—0	2—15	4	1	6	
Ein vierrädriger Wagen mit Felgen zwischen 4½ und 6″	4—5	3—15	5	2	—	
Ein zweirädriger Wagen mit ähnlichen Felgen . . .	2—12	2—7	6	4	6	
Ein vierrädriger Wagen mit weniger als 4½″ breiten Felgen	3—15	3—5	7	7	—	
Ein zweirädriger Wagen mit ähnlichen Felgen . . .	1—15	1—10	8	9	6	
			9	12	—	
			10	14	6	

In Frankreich hatte man Felgenbreiten von 0·06—0·22 Mtr., sie wurden aber später auf 0·06 bis 0·12 Mtr. festgesetzt; man gestattet für jeden Centimeter Breite eines Rades die Ladung von 125 bis höchstens 200 Kil., es kann somit die Ladung bei einem vierrädrigen Frachtwagen mit 0·12 Mtr. breiten Radfelgen 6000 Kil. bis höchstens 9600 Kil. betragen.

Auch bei den Postwagen wurden die Felgenbreiten zu 0·07 bis 0·1 Mtr. angenommen und für jeden Centimeter Breite eines Rades 200 Kil. Ladung gestattet.

Aehnliche Verordnungen bestehen auch in andern Ländern und es hat sich insbesondere bei dem deutschen Frachtfuhrwesen die Felgenbreite von 4″ oder 10·12 Mtr. als die zweckmäßigste erwiesen.

Wie erwähnt, so sind die breiten Radfelgen der Wagen zum Theil nöthig, wenn man starke Räder haben will. In Fig. 7 und 8, Taf. I. ist der Querdurchschnitt eines Rades gezeigt, wie es in Deutschland bei den Postwagen sehr allgemein in Gebrauch ist. Felgenkranz, Speichen und Nabe sind von Holz, Nabenbüchse und Radreif von Eisen, erstere von Guß-, letzterer von Schmiedeisen. Die zwölf Speichen eines Rades sind in eine konische Fläche gestellt, eine Anordnung, die bei leichterem und schwerem Fuhrwerke allgemein üblich ist und zur Solidität der Räder wesentlich beiträgt. Die Fig. 9 und 9 a zeigen die Construction der zugehörigen Achse mit Schraubenmutter und Vorsteckнagel.

Bei dem gewöhnlichen Fuhrwerke ist gewöhnlich die Abänderung getroffen, daß die Achsen von Holz und mit Achseneisen beschlagen sind; auch schließt die Nabe nicht genau an die Achse und wird statt der Schraubenmutter nur eine Scheibe mit Vorsteckнagel angebracht, welch letzterer etwas von der Nabe entfernt gehalten wird, damit das Rad einen Spielraum hat, was man besonders auf den schlechtern Straßen, der so leichter einzuhaltenden Wagenspur wegen, für nothwendig hält; hiermit ist doch namentlich der Nachtheil verknüpft, daß die Schmiere sehr leicht verloren geht. Ist die Straße dagegen fest und ohne Wagenspuren, so ist ein solcher Spielraum für das Rad nicht erforderlich, und man kann in der Nabe immer etwas Schmiere oder Oel zurückhalten, indem man sie mit einem Schmierbehälter a versieht, Fig. 7, 9 und 10.

Hölzerne Achsen haben im Allgemeinen den Nachtheil, daß sie, um nicht zu brechen, eine weit beträchtlichere Dicke erfordern als die eisernen, folglich auch, da ein Wagen um so leichter geht, je kleiner das Verhältniß des Durchmessers der Achse zu dem des Rades, die Zugkraft vermehren.

Bei sehr schweren Frachtfuhrwerken haben die Räder zuweilen nur wenig Konus, und die Speichen stehen entweder nahe senkrecht auf der Radachse oder haben abwechselnd eine Neigung auswärts und einwärts von der Felge nach der Nabe zu gerechnet. Die geschmiedete Achse und die gegossene Nabe haben die Construction Fig. 9.

Eine sog. Patentachse für leichtes Fuhrwerk ist aus den Fig. 10, 10 a, 11 und 11 a ersichtlich. Die Nabe ist von Gußeisen, Kanonenmetall oder Messing, wird nahezu cylindrisch ausgebohrt, erhält einen Schmierbehälter a und kann mit einer messingenen Kappe 10 a geschlossen werden. Die schmiedeiserne Achse trägt vorn ein Ventil von Messing b, auf dieses folgt eine Schraubenmutter mit rechtem Gewinde c, sodann eine solche mit linkem Gewinde d und endlich ein Vorsteckнagel e.

Sowohl die Achsen leichterer Stadtwagen, Droschken ꝛc. ꝛc. als diejenigen der Postwagen sind an ihren Enden etwas herabgebogen oder gestürzt, wie Fig. 12 anzeigt, und man hat dafür mehrfache Ursachen:

1) Können die Wagenkaſten eine größere Weite erhalten und ſchlagen nicht ſo leicht an die Räder an.
2) Wird der Koth, welcher ſich an die Räder anhängt, nach der Seite geſchleudert.
3) Kommen die koniſch geſtellten Speichen durch die Neigung der Achſe wieder in die ſenkrechte Richtung, wodurch der Druck von der Achſe auf die Straße am ſicherſten übertragen wird.
4) Wird die Vertheilung des Oels oder der Schmiere über die ganze Achſe von ſelbſt bewirkt, ſo ſind die ſpiralförmigen Kanälchen in der Nabe, die man ſo häufig angebracht hat, überflüſſig.

Dagegen iſt aber zu bemerken, daß alle koniſchen Räder mit geſtürzten Achſen eine bedeutende Reibung an der Straßenoberfläche verurſachen und daß man ſie daher bei großen ſchweren Frachtwagen nur mit horizontalen Achſen anwendet.

Die übrige Einrichtung der Frachtwagen, nämlich die Leitern mit ihren Verbindungen und Stützen, um dazwiſchen zu laden und die Gepäcke zu verwahren, die Stange oder Deichſel ſammt Waage und Widerhalt, um der Fahrt die gehörige Richtung zu geben und beide Zugpferde mit gleicher Arbeit zu belegen und den Wagen bergab anhalten zu können, die Verbindung des Hinter- und Vordergeſtells mit einer einfachen Stange, Ruthe oder Langwied, um den vier Rädern auf ungleichem Boden das gleiche Aufſitzen zu verſchaffen, endlich die Einrichtung des Vordergeſtells zum Ausweichen und Umkehren des Wagens gehören eigentlich zur praktiſchen Ausführung, Regierung und Bedienung des Wagens und üben keinen Einfluß auf den Zuſtand der Straße aus, weßhalb wir dieſe Theile nicht weiter betrachten.

Die Einrichtung leichterer Wagen, wie z. B. der Stadt-, Poſt- und Reiſewagen, iſt ſehr verſchieden von der der Frachtwagen. Die Hauptverſchiedenheit, welche für den Straßenbau von Wichtigkeit iſt, beſteht darin, daß die Wagenkaſten auf Federn ruhen, die auf die Achſen befeſtigt ſind. Dieſe Federn bewirken durch ihre Elaſticität nicht nur, daß der Obertheil des Wagens mit ſeiner Ladung weniger erſchüttert wird, ſondern ſind auch Urſache, warum das Gewicht deſſelben nicht in dem Grade, wie bei Wagen ohne Federn, auf die Räder laſtet, dieſe daher unbehinderter und mit weniger Kraftanſtrengung über die Bahn wegkommen.

b) Gewichte der Wagen.

In Frankreich iſt das mittlere Geſammtgewicht der vierrädrigen Frachtwagen:

Bei einem			einſpännigen	Wagen	. . . .	350	Kil.
„	„	11	Centim.	breitfelgigen	Wagen	1500	„
„	„	14	„	„	„	2000	„
„	„	17	„	„	„	2500	„
„	„	22	„	„	„	3400	„

In Hannover rechnet man das Gewicht eines großen Frachtwagens mit den dazu gehörigen Ketten und Befestigungsmitteln zu . . . . 40 Ctnr.
Die Ladung beträgt . . . . . 96 „
Zusammen 136 Ctnr.

Die Felgenbreite beträgt im Durchschnitt 3″.

Die Frachtfuhrwerke in den Rheingegenden wiegen beladen 150 bis 200 Centner, unbeladen 20 bis 40 Ctnr.

§. 28.

2. Erfahrungen über den Widerstand der Fuhrwerke auf Straßen von verschiedener Beschaffenheit.*)

Bekanntlich hat die Zugkraft bei der Fortbewegung der Wagen hauptsächlich zweierlei Widerstände zu überwinden, nämlich die drehende Reibung an den Achsschenkeln und die wälzende Reibung am Umfang der Räder, von denen der eine dem Gewichte der auf den Achsen ruhenden Last, der andere aber dieser Last, vermehrt um das Gewicht der Räder, proportional ist. Wenn man daher in der Praxis den gesammten Widerstand dem ganzen Gewicht des Wagens mit seiner Ladung proportional setzt, so ist das nach dem Gesagten zwar nicht ganz richtig, kann aber für die praktische Anwendung, wo es sich meist nur um eine annähernde Schätzung handelt, als hinlänglich genau angesehen werden.

Auch sind fast alle Versuche, von denen hier die Rede sein wird, unter dieser Voraussetzung angestellt worden, und eine genauere Bestimmung ist schon deßhalb unthunlich, weil dazu die nöthigen Angaben fehlen. Im Allgemeinen mag hier nur bemerkt werden, daß auf gewöhnlichen Straßen die Achsenreibung entschieden das kleinere, auf Eisenbahnen aber das größere Hinderniß ist.

Drückt man nun die erforderliche Zugkraft zur Fortbewegung eines Wagens durch einen Bruchtheil vom Gewicht des letztern aus, so liegt dabei die stillschweigende Voraussetzung einer horizontalen Wegstrecke zu Grunde, was daher auch für die folgenden Versuche festzuhalten sein wird.

I. Versuche von Rumford. Zu diesen Versuchen wurde ein in Federn hängender Luxuswagen angewendet, dessen Räder 3mal gewechselt wurden, um den Einfluß der Felgenbreite auf die Größe des Widerstands kennen zu lernen. Die Abmessungen dieser Räder, in altpariser Maß ausgedrückt, waren folgende:

	Vorderräder	Hinterräder	Felgenbreite
Bei der ersten Versuchsreihe	3′ 4″	4′ 9,2″	$1\frac{3}{4}$″
„ „ zweiten „	3′ 2,3″	4′ 8,8″	$2\frac{1}{4}$″
„ „ dritten „	3′ 3,2″	4′ 8,2″	4″

*) Brix, über die Reibung ꝛc., Berlin 1850.

Dieselbe Straße, statt des Granits mit Steinen von Hartshill reparirt . . . . . $\frac{1}{53{\cdot}6}$

Wegstrecke von Hockliff bis Stratfort, aus einer 12″ hohen Kalksteinpackung und Kiesschüttung bestehend . . . . . $\frac{1}{21{\cdot}1}$

Dieselbe Straße mit gepflastertem Grunde und 10—12″ hoher Schüttung aus Kalksteinen und Kies . . . . . $\frac{1}{29{\cdot}4}$

Wegstrecke von Stratfort nach Dunchurch; 6″ hohe Kalksteine erst seit einigen Wochen aufgeschüttet . . . . . $\frac{1}{12{\cdot}4}$

Dieselbe Straße mit 5—6″ hohen Kalksteinen . . . . . $\frac{1}{36{\cdot}4}$

Desgleichen mit 3—5″ Granitsteine von Hartshill auf roh gepackter Grundlage . . . . . $\frac{1}{46{\cdot}9}$

IV. Versuche von Minrad. Zu diesen Versuchen diente ein 2rädriger Karren, welcher leer 881 Kilogr., nach der Beladung mit Sand aber 1860 Kilogr. wog. Die beiden Räder hatten 1·6 Mtr. Durchmesser, 7 Centim. Felgenbreite, und der Durchmesser der Achsschenkel betrug 5 Centim. Der Karren wurde mit einer Geschwindigkeit von 1 Mtr. per Secunde in Bewegung gesetzt.

Beschaffenheit der Straße.	Gewicht des Wagens. Kilogr.	Widerstands-Coefficient.
Gartenweg, aus feinem Kiessande mit Erde gemischt, sehr fest und eben	881	0·0386
	881	0·0348
	Mittel	0·0367 = $\frac{1}{27{\cdot}2}$
Dichtes Pflaster, die Zwischenräume der Steine mit getrockneter Erde ausgefüllt	881	0·0418
	1860	0·0403
	1860	0·0375
	Mittel	0·0399 = $\frac{1}{25}$
Pflaster, dessen Oberfläche mit einer 3 bis 4 Centim. dicken Lage feinen Kiessandes bedeckt war	881	0·0622
	1860	0·0941
	1860	0·0731
	Mittel	0·0765 = $\frac{1}{13{\cdot}1}$

VII. Versuche von Morin.

Bezeichnung der Straße und deren Zustand.	Geschützlafette und 2rädrige Karren. Höhe der Räder =1·564M. Felgenbr. 10—12 Cent.	Artilleriewagen 4rädrig. Mittl. Höhe der Räder = 1·35 M. Felgenbr. 7—7·5 Cent.	Wagen der Franche-Comté. Mittl. Höhe der Räder = 1·3 M. Felgenbr. 7 Cent.	4rädr. Güterwagen. Mittl. Höhe der Räder =1·075M. Felgenbr. 15—17 Cent.	Eilwagen der Messagerie generale. Mittl. Höhe der Räder =1·15 M. Felgenbr. 10—11 Cent.
Grasplatz; Rasendecke auf homogenem Grunde, durch das Schmelzen des Schnees aufgeweicht; sehr naß, doch ohne sichtbares Wasser	—	$\frac{1}{7·9}$	—	—	—
Derselbe Boden, etwas weniger weich	$\frac{1}{15·5}$	$\frac{1}{12·4}$	$\frac{1}{11·9}$	$\frac{1}{11·3}$	$\frac{1}{11·4}$
Desgleichen noch weniger weich	—	—	—	$\frac{1}{14·5}$	$\frac{1}{15·5}$
Desgleichen in festem Zustande	$\frac{1}{23·7}$	$\frac{1}{19·2}$	$\frac{1}{18·4}$	$\frac{1}{17·5}$	$\frac{1}{17·4}$
Sommerweg einer Steinchaussée, sehr gut im Stande, fast trocken	$\frac{1}{36·2}$	$\frac{1}{31·3}$	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{26·6}$
Derselbe Weg mit Geleisen von 5—6 Cent. Tiefe	$\frac{1}{33·5}$	$\frac{1}{29}$	$\frac{1}{27·7}$	$\frac{1}{22·3}$	$\frac{1}{24·7}$
Derselbe Weg, auf der einen Seite Geleise von 10— 15, auf der andern von 5—6 Cent. . .	$\frac{1}{30·6}$	$\frac{1}{26·5}$	$\frac{1}{25·2}$	$\frac{1}{21·1}$	$\frac{1}{22·5}$
Derselbe Weg mit einer Grundlage von 3—4 Cent. bedeckt: sehr trocken	$\frac{1}{15·6}$	$\frac{1}{13·5}$	$\frac{1}{13}$	$\frac{1}{10·7}$	$\frac{1}{11·5}$
genäßt	$\frac{1}{13·3}$	$\frac{1}{11·5}$	$\frac{1}{11·1}$	$\frac{1}{9·2}$	$\frac{1}{9·8}$
Desgleichen 5—6 Cent. dick mit Grand bedeckt	$\frac{1}{12·2}$	$\frac{1}{10·6}$	$\frac{1}{10·1}$	$\frac{1}{8·4}$	$\frac{1}{9}$
Desgleichen mit einer Lage ungebahnten Schnees . . .	$\frac{1}{16·7}$	$\frac{1}{14·5}$	$\frac{1}{13·8}$	$\frac{1}{11·7}$	$\frac{1}{12·3}$

Bezeichnung der Straße und deren Zustand.	Geschütz-lafette und 4rädrige Karren. Höhe der Räder = 1·564 M. Felgenbr. 1—13 Cent.	Artillerie-Wagen 4rädrig. Mittl. Höhe der Räder = 1·35 M. Felgenbr. 7—7.5 Cent.	Wagen der Fremde-Comp. Mittl. Höhe der Räder = 1·3 M. Felgenbr. 7 Cent.	4rädr. Fütterwagen. Mittl. Höhe der Räder = 1·075 M. Felgenbr. 15—17 Cent.	Feldwagen der Munitionsgeneral. Mittl. Höhe der Räder = 11·15 M. Felgenbr. 10—11 Cent.
Fester Erdweg, mit einer 10—15 Cent. hohen Kieslage bedeckt	I / 11·6	I / 9·95	I / 9·5	I / 7·9	I / 8·5
Derselbe Weg, mit einer gleich hohen Lage feinen Sandes und Kiesgemenge bedeckt	I / 10·4	I / 8·3	I / 7·9	I / 7·9	I / 7·6
Steinchaussée, wenig befahren, feucht	I / 23·3	I / 20·3	I / 19·3	I / 16	I / 17·1
Steinchaussée von Metz nach Nancy: Mit feinem Kies unterhalten, in vollkommen gutem Zustande, sehr trocken und ohne:					
Staub, im Sommer	I / 52	I / 53·7	I / 51·5	I / 42·7	I / 45·6
im Frühjahr	I / 46·7	—	—	—	I / 43·9
Chaussée von Metz nach Nancy: Im guten Zustande, einzelne Steine in der Oberfläche und					
Staub fehlend, etwas feucht	I / 50·9	I / 49·7	I / 47·1	I / 39	I / 41·7
Sehr feucht und mit etwas flüssigem Kothe bedeckt.					
im Sommer	I / 40·7	I / 40·4	I / 38·7	I / 32	I / 34·7
im Frühjahr	—	—	—	—	I / 28·2
Strasse der Länge nach in zwei Reihen Steine gelegt, einzelne derselben fehlen. Sehr naß mit flüssigem Kothe bedeckt	I / 46·8	I / 39·9	I / 38	I / 31·8	I / 33·7

Bezeichnung der Straße und deren Zustand.	Geschützlafette und 2rädrige Karren. Höhe der Räder =1·564 M. Felgenbr. 10—12 Cent.	Artilleriewagen. 4rädrig. Mittl. Höhe der Räder = 1·35 M. Felgenbr. 7—75 Cent.	Wagen der Franche Comté. Mittl. Höhe der Räder =1·3 M. Felgenbr. 7 Cent.	4rädr. Güterwagen. Mittl. Höhe der Räder =1·075 M. Felgenbr. 15—17 Cent.	Eilwagen der Messagerie generale. Mittl. Höhe der Räder = 1·15 M. Felgenbr. 10—11 Cent.
Sehr ausgefahren, mit zähem Kothe bedeckt	$\frac{1}{25·7}$	$\frac{1}{22·3}$	$\frac{1}{21·4}$	$\frac{1}{17·7}$	$\frac{1}{18·9}$
Straße von Metz nach Thionville in gutem Zustande, Steindecke an der Oberfläche zu Tage liegend: die Fahrbahn trocken	$\frac{1}{72·4}$	$\frac{1}{62·8}$	$\frac{1}{60·2}$	$\frac{1}{49·8}$	$\frac{1}{50·9}$
Naß u. mit Koth bedeckt . . Schritt . .	$\frac{1}{54·3}$	$\frac{1}{47·1}$	$\frac{1}{45·2}$	$\frac{1}{37·1}$	$\frac{1}{39·9}$
Naß u. mit Koth bedeckt . . Trab . .	—	—	—	—	$\frac{1}{27}$
Straßenpflaster in Metz, Sandstein von Sireck, im vollkommen guten Stande, Schritt .	$\frac{1}{87·1}$	$\frac{1}{75}$	$\frac{1}{72·2}$	$\frac{1}{59·7}$	$\frac{1}{64}$
Trab	$\frac{1}{47·4}$	$\frac{1}{44·2}$	—	—	$\frac{1}{56·7}$
Pflaster der Rue Stanislaus zu Paris aus Sandstein von Fontainebleau	$\frac{1}{65}$	$\frac{1}{56}$	$\frac{1}{54}$	$\frac{1}{45}$	—
Bohlenbelag d. Hängebrücke nach der Insel Chambière zu Metz	$\frac{1}{57·3}$	$\frac{1}{49·8}$	$\frac{1}{47·9}$	$\frac{1}{39·6}$	$\frac{1}{42·2}$

Morin schließt aus seinen Versuchen:

1) Daß sich der Widerstand der wälzenden Reibung direct wie die Pressung und umgekehrt wie der Halbmesser der Räder verhält, und zwar nicht blos für weiche compressible Terrains, sondern auch für harte gepflasterte und chaussirte Straßen.

2) Daß derselbe Widerstand mit wenigen Ausnahmen abnimmt, wenn die Felgenbreite vergrößert wird. Eine Ausnahme hiervon bilden nur gepflasterte Straßen, wie sie in den Städten vorkommen, wo der Widerstand unabhängig von der Breite der Radfelgen ist.

3) Daß bei den nicht in Federn hängenden Wagen, wie die zwei- und vierrädrigen Frachtwagen, Lafetten 2c., der Widerstand am Umfange der Räder, wenn dieselben auf weichen, compressiblen Bahnen, auf mehr oder minder feuchten Rasendecken, auf Landwegen, neu bekiesten Straßen und Sommerwegen 2c. fortbewegt werden, von der Geschwindigkeit der Bewegung unabhängig ist. Diese Unabhängigkeit hört dagegen auf, sobald die genannten Fuhrwerke auf festen Straßen mit unebenen Flächen gehen, wie z. B. auf gepflasterten Straßen, wo in jedem Augenblicke Stöße entstehen, die dem Fuhrwerke einen Theil seiner Geschwindigkeit rauben.

Bei Wagen, die in Federn hängen, zeigte sich der Widerstand auf den Sommerwegen unabhängig von der Geschwindigkeit, selbst wenn die Geleise 6, 10 bis 15 Centim. Tiefe haben. Dagegen haben die Versuche auf Chausséen, bei welchen die Kieseldecke an der Oberfläche zu Tage lag oder doch nur wenig mit Staub bedeckt war, ein Zunehmen des Widerstandes mit der Geschwindigkeit ergeben.

4) Daß Aenderungen in der Neigung der Zugkraft gegen die Richtung der Straße nur geringen Einfluß auf die Größe der letztern oder den Widerstand der Fuhrwerke haben.

5) Daß die in Federn hängenden Wagen, im Trabe gefahren, die Straßen nicht so stark beschädigen, als die unelastischen Wagen beim Fahren im Schritte, alle übrigen Umstände gleich gesetzt.

6) Daß die Höhe der Räder in einer solchen Beziehung mit der Zerstörung der Straßen steht, daß die kleinen Räder eine viel stärkere Abnutzung der Fahrbahn hervorbringen, als die großen.

VIII. Versuche von Kossak*).

Beschaffenheit des Wegs und der Fuhrwerke.	Verhältniß des Widerstandes zur Last.	Bemerkungen.
I. Steinbahn aus zerschlagenen Graniten:		
1) Lastwagen mit konischen Achsen. Mittl. Durchm. der Achsenschenkel 1·93″. Vorderräder 3′ 7″, Hinterräder 4′ Höhe, Felgenbreite $2\frac{1}{2}$″ . .	$\frac{1}{42{\cdot}9}$	Die Achsen und Büchsen ganz glatt; mit einer Mischung von Theer u. Talg geschmiert.
2) Lastwagen mit cylindrischen Achsen aus Schmiedeisen von 2·23″ Durchm. Räder und Felgenbreite wie bei (1).	$\frac{1}{33{\cdot}4}$	Die Achsschenkel geneigt unter einen Winkel von $2^{0}_{1}9'$.
3) Lastwagen mit 5″ breiten Radfelgen und mit cylindrischen Achsen von 2·23″ Durchm. Höhe der Vorderräder 3′ 4″, der Hinterräder 3′ 10″	$\frac{1}{35{\cdot}7}$	Achsschenkel glatt u. geschmiert.

*) Ermittlung der Zugkraft, welche zur Fortbewegung der Fuhrwerke auf verschiedenen Straßen erforderlich ist. Danzig 1844.

Beschaffenheit des Wegs und der Fuhrwerke.	Verhältniß des Widerstandes zur Last.	Bemerkungen.
4) Wagen mit konischen Achsen aus Eisen, in 4 Stahlfedern hängend. Mittl. Durchm. der Achsenschenkel = 1·7″, Vorderräder 3′ 1/4″, Hinterräder 4′ 1 3/4″	1/28·8	
5) Derselbe Wagen mit abgesteiften Federn . .	1/30·4	
II. Straßenpflaster aus runden Feldsteinen von 3 1/2″ im Durchschnitt:		
6) Lastwagen mit konischen Achsen, wie in Nr. 1	1/34·1	
7) Lastwagen mit cylindr. Achsen, wie in Nr. 2	1/30·9	
8) Desgleichen mit breiten Felgen, wie in Nr. 3	1/31·8	
9) Lastwagen wie in Nr. 1, nur mit gestürzten Rädern. Neigung der untern Seite der Achse gegen den Horizont 9° 6′	1/32·1	
10) Wagen in Federn hängend, wie Nr. 4 . .	1/24·5	
11) Derselbe Wagen mit abgesteiften Federn . .	1/26	
III. Sommerweg, aus einer Mischung von Lehm und Kies zu gleichen Theilen bestehend:		
12) Lastwagen mit konischen Achsen, wie Nr. 1 .	1/19·8	
13) Lastwagen mit breiten Felgen, wie Nr. 3 .	1/24·2	
14) Lastwagen mit kleinen Rädern von 17 1/2 und 19 1/4″ Höhe, 2″ Felgenbr., konischen Achsen aus Holz mit Eisen beschlagen; mittl. Durchm. der Achse 2 3/4″	1/11	Untere Seite der Achsschenkel horizontal.
IV. Sandweg, aus trockenem feinem Sande bestehend:		
15) Lastwagen mit konischen Achsen, wie Nr. 1 .	1/5	

Beschaffenheit des Wegs und der Fuhrwerke.	Verhältniß des Widerstandes zur Last.	Bemerkungen.
16) Desgleichen mit breiten Felgen, wie Nr. 3 .	$\frac{1}{7{\cdot}1}$	
V. Schneebahn, 2—3″ dick, mit festgefahrenem Schnee bedeckt:		
17) Schlitten mit unbeschlagenen Kuffen von 3″ Breite	$\frac{1}{27{\cdot}4}$	Temperatur — 3° R.
18) Schlitten mit $^3/_4$″ breiten Eisenschienen beschlagen	$\frac{1}{30{\cdot}5}$	dto.

Die Folgerungen von Kossak sind:

a) Konische Achsen sind den cylindrischen bei gleicher Haltbarkeit vorzuziehen, da erstere eine geringere Reibung geben.

b) Die gestürzten Räder sind ganz zu vermeiden, weil dabei jedesmal eine Reibung zwischen der Nabe und dem Achsenfutter stattfindet.

c) Die Zugkraft wird um so kleiner, je größer die Räder sind.

d) Für schwere Lastwagen sind Räder mit breiten Felgen den mit schmalen vorzuziehen, weil sie eine geringere Zugkraft erfordern.

§. 29.

Leistung der Pferde beim Transport von Lasten auf verschiedenen Straßen.

1) Navier nimmt die Muskelkraft eines Pferdes zu 80 Kil. an. Ein solches Pferd soll einschließlich des Gewichts vom Wagen fortziehen:

Auf einer Steinchaussée . . . . . 1000 Kil.
Auf einer gut gepflasterten Straße . . 1600 „

2) Nach Corrèze und Manès werden in Lothringen schwere vierrädrige Wagen von 1750 Kil. mit 3750 Kil. Ladung durch 5 Pferde gezogen, so daß auf jedes Pferd 350 Kil. des Wagens und 750 Kil. der Ladung kommen. Demgemäß ist der Totaleffect für die Pferdekraft = 1100 Kil., von welchen nur 68 % als Nutzeffect gelten.

In der Franech-Comté kommen dagegen einspännige elastische Wagen mit leichten Rädern in Anwendung. Das Gewicht eines solchen Fuhrwerks beträgt nicht über 400 Kil., die Ladung 1100—1200 Kil., also die mittlere Totallast 1550 Kil., wovon der Nutzeffect nahe 74 % beträgt.

3) Die Erfahrungen, welche der Ingenieur Schwilgué über zweirädrige Frachtwagen machte, sind folgende:

Der Nutzeffect für ein Pferd beträgt im Winter 698, im Sommer 853 Kil.,

rechnet man das Gewicht des Wagens hinzu, so ergeben sich die Totallasten für den Winter 1000 Kil. und für den Sommer 1200 Kil.

Der Effect der Pferdekraft beim 2rädrigen Fuhrwerk nimmt ab, wenn die Zahl der Vorspannpferde größer wird, wie folgende Beobachtungen nach dem Durchschnitt des ganzen Jahres ersehen lassen.

Zahl der Pferde.	Gewicht des Wagens.	Ladung.	Totallast auf 1 Pferd.
1spännig . . .	500 Kil.	941 Kil.	1441 Kil.
2 „ . . .	900 „	1977 „	1438 „
3 „ . . .	1200 „	2733 „	1311 „
4 „ . . .	1350 „	3750 „	1275 „
5 „ . . .	1500 „	3925 „	1085 „
6 „ . . .	1500 „	3942 „	907 „
7 „ . . .	1500 „	3978 „	783 „
8 „ . . .	1500 „	3984 „	685 „

Vierrädrige Frachtwagen. 100 vierrädrige Wagen der Franche-Comté haben 1825—26 auf der Straße nach Havre 96145 Kil. verfahren; also Nutzlast auf das Pferd = 960 Kil., und nach Hinzurechnung von 340 Kil. für das Gewicht des Wagens pro Pferd = 1300 Kil. Totallast.

Auf der Straße zwischen Rouen und Havre fuhren in demselben Jahre 108 schwere Frachtwagen mit 741 Vorspannpferden, welche 576869 Nutzlast beförderten. Jeder Wagen durchschnittlich 7spännig und mit 5341 Kil. beladen; sein eigenes Gewicht betrug 2500 Kil., also Totallast = 7841 Kil. Dieß gibt auf jedes Pferd 763 Kil. Nutzlast und 1120 Kil. Totallast.

Nach den Jahreszeiten geordnet, stellt sich der Effect eines Pferdes beim 4rädrigen Fuhrwerk, wie folgt:

Wagen der Franche-Comté, 340 Kil. wiegend:

Winter: Nutzlast = 816 Kil.; Totallast = 1156 Kil.
Sommer: „ = 971 „ ; „ = 1311 „

Schwere Frachtwagen mit 17 Centim. breiten Felgen:

Winter: Nutzlast = 719 Kil.; Totallast = 1075 Kil.
Sommer: „ = 802 „ ; „ = 1158 „

Dieser Unterschied in den Leistungen eines Pferdes nach den Jahreszeiten rührt hauptsächlich von dem Zustande der Straße her.

4) In Preußen, wo die Straßen im Allgemeinen in einem sehr guten Zustande sind und gut unterhalten werden, kann man die von jedem Pferde andauernd fortzuschaffende Nutzlast unbedenklich zu 25 bis 30 Ctnr. annehmen. Dieß gibt im Durchschnitt 27½ Ctr. oder nahe 1415 Kil., und wenn der Antheil vom Gewicht des Wagens auf jede Pferdekraft mit 7½ Ctnr. in Anrechnung kommt, so beträgt die Totallast pro Pferd 35 Ctr. = 1800 Kil.

Bei den sogenannten Eilfrachtfuhrwerken, welche 1 Meile in 1¾ Stunden zurücklegen und deren eigenes Gewicht 30 Ctr. beträgt, ist die Tragfähigkeit auf 100 Ctr. berechnet; jedoch wird die gewöhnliche Belastung nach den Jahreszeiten stets geringer genommen. Man ladet im Sommer 80, im Win-

ter nur 60 Ctnr., was also für jedes Pferd eine Nutzlast von bezüglich 20 und 15 Ctnr. (1029 und 772 Kil.) gibt. Mit Hinzurechnung des Wagens beträgt die Totallast auf die Pferdekraft im Sommer $27\frac{1}{2}$, im Winter $22\frac{1}{2}$ Centner, oder bezüglich 1415 und 1158 Kil.

Bei den preußischen Schnellpostwagen, deren eigenes Gewicht 35 Ctnr. beträgt und welche von 4 Pferden mit einer Geschwindigkeit von 1 Meile in $\frac{3}{4}$ Stunden fortbewegt werden, ist die Totallast $49\frac{1}{2}$ Ctnr., was für jedes Pferd 12,3 Ctnr. oder 633 Kil. gibt.

Bei den französischen Diligencen beträgt die Leistung jedes Pferds 583 Kil.

v. Gerstner nimmt die Zugkraft verschieden, je nach der Natur und Beschaffenheit des Pferdes, nämlich:

	Zugkraft.	Geschwindigkeit.	Arbeitszeit.
Für ein schwaches Pferd .	45 Kil.	1·1 M.	8 Stunden
„ „ mittelstarkes „ .	56 „	1·26 M.	8 „
„ „ starkes „ .	72·8 „	1·42 M.	8 „

Das Gewicht des Pferdes setzt er 5mal der Zugkraft gleich.

Französische Ingenieure nehmen den mittleren Zug eines Pferdes zu 70 Kil. an, wenn dasselbe 10 Stunden täglich arbeitet und 3240 Mtr. in der Stunde durchläuft.

Nach Minard's Versuchen fällt der Reibungscoefficient zwischen $\frac{1}{27}$ und $\frac{1}{10}$, und da das Pferd auf den großen Straßen (das Gewicht des Wagens mit inbegriffen) circa 1100 Kil. zieht und 30000 Mtr. täglich durchläuft, so fällt die Zugkraft zwischen 40 und 110 Kil.

Schwilgué nimmt das Verhältniß der Leistung im Trabe zu der im Schritte wie 71 zu 90 an.

Siebenter Abſchnitt.

Von den Eiſenbahnen im Allgemeinen.

Von den Eisenbahnen im Allgemeinen.

§. 30.

Einleitung in den Eisenbahnbau.

Wie bereits beim Straßenbau angeführt, gehört die Anlage und Vermehrung der Kunststraßen zu den hauptsächlichsten Mitteln, die Civilisation eines Landes zu heben. Die Versuche, welche über die Widerstände der Fuhrwerke auf den genannten Straßen angeführt wurden, sowie die mitgetheilte Constructions- und Unterhaltungsweise der Fahrbahnen mußten zu der Ueberzeugung führen, daß die Landfracht auf den Straßen durch mechanische Verbesserungen, als breite Radfelgen, größere Räder und dünne Achsen, zwar noch einigermaßen befördert werden kann, daß aber die Hauptverbesserung nur in der Verminderung der Reibung an den Radumfängen, also lediglich nur durch Erzielung einer glättern und festern Fahrbahn gesucht und bewirkt werden könne. Man hat deßhalb schon in frühern Zeiten die Wagengeleise mit festen und entsprechend breiten Quadersteinen und später mit noch festerem und dauerhafterem Material — mit Eisen — belegt, und einer solchen Straße oder Fahrbahn den Namen „Eisenbahn“ gegeben.

Die Nützlichkeit der Eisenbahnen besteht also hauptsächlich darin, bedeutende Lasten mit größerer Sicherheit und Wohlfeilheit zu fördern, als dieß auf gewöhnlichen Straßen der Fall ist. Doch die Eisenbahnen allein ohne die Verbesserung der Fahrzeuge und die Erfindung der Locomotive hätten nicht vermocht, eine so großartige Umgestaltung im Verkehrswesen zu bewirken. Erst als nach Stephenson's Erfindung im Jahr 1829 die Dampfwagen mit den Eisenbahnen in Verbindung traten, war das Eisenbahnwesen auf dem Punkte angelangt, wo es nur noch der Ausbildung und Vervollkommnung bedurfte, um das zu werden, was es heute ist, eine Verkehrseinrichtung, durch deren Benützung allein die Fortbewegung großer Lasten mit sehr großer Geschwindigkeit, Sicherheit und Wohlfeilheit ermöglicht wird.

Die Anlagekosten einer Eisenbahn sind allerdings viel größer, als die einer Straße, man wird etwa das 10fache annehmen können, allein trotzdem bleibt der Vortheil im Allgemeinen auf Seite der Eisenbahnen. Sie werden

aber auch nur da möglich, wo eine gewisse Größe des Verkehrs vorhanden ist oder sich mit Sicherheit annehmen läßt, daß ein gewisser Verkehr sich bildet.

Auch gegenüber den natürlichen und künstlichen Wasserstraßen befinden sich die Eisenbahnen mit Locomotivbetrieb im Vortheil, schon deßhalb, weil die ersteren im Winter unfahrbar werden, hauptsächlich aber weil die Geschwindigkeit des Transports bei letzteren viel bedeutender ist.

Da indeß der Widerstand bei Wasserstraßen im Allgemeinen geringer ist, als bei Eisenbahnen, so gibt es Fälle, wo die ersteren, wenigstens für den Gütertransport, im Vortheil sind und z. B. ein künstlicher Canal neben einer Eisenbahn recht gut bestehen kann.

Eisenbahnen müssen daher noch mehr als Straßen neue Lebensadern in dem Verkehr erzeugen und die Erwerbsquellen der durchkreuzten Gegenden und Städte an den End- und Zwischenstationen vermehren. Durch zweckmäßig geführte Eisenbahnen werden oft sehr großen Quantitäten roher Materialien, die Jahrtausende unbenutzt dem Boden angehörten, neue Absatzwege in Fabriken und Werkstätten geöffnet und dadurch Arbeit und Wohlstand verbreitet.

Die Fragen, welche sich nun hier zunächst aufdrängen, sind: Woher haben wir die Eisenbahnen? Wer hat sie erfunden? Wie kommt es, daß sie, von denen vor 40 Jahren kaum die Rede gewesen, in so kurzer Zeit eine so große Ausdehnung erhalten haben? Waren sie früher gar nicht vorhanden, oder ist es einem besondern Umstande zuzuschreiben, der ihre so schnelle Verbreitung in neuerer Zeit bewirkt hat?

Um alle die Fragen zu beantworten, wollen wir in dem Folgenden das Geschichtliche der Eisenbahn mittheilen.

§. 31.

Geschichtliches der Eisenbahnen.*)

Der älteste Landesverkehr ging über die rohe Erdrinde auf kunstlosen Wegen, wie wir sie noch jetzt selbst in europäischen Ländern finden. Menschen und Lastthiere dienten als Transportmittel, und als die zu transportirenden Gegenstände so groß und schwer wurden, daß sie nicht mehr auf diese Art fortgeschafft werden konnten, erfand man Schleifen, benutzte Walzen und construirte endlich Karren und Wagen mit Rädern. Mit diesen fuhr man anfänglich auf dem gewachsenen Boden, mußte aber bald bemerken, daß die Weichheit und Unebenheit desselben einen bedeutenden Theil der Zugkraft absorbirte, und man ward dadurch auf das Abebnen und Befestigen des Bodens geführt, womit der Straßenbau erfunden war.

Die Fuhrwerke waren anfänglich roh und mit wenig Rücksicht auf Kraftgewinn construirt, wie dieß die Karren der heutigen italienischen Bauern

*) Eisenbahnzeitung 1847. Vortrag von Brewmann in Stuttgart.

noch sind; und wenn man auch nicht säumte, dieselben zu verbessern, so mußte man doch bald zur Einsicht gelangen, daß diese Verbesserung ein gewisses Maximum leicht erreichen würde und alsdann jeder weitere Gewinn an den Transportkräften von der Verbesserung der Wege abhänge.

Besonders leicht wurde man in den Fällen auf den Gedanken geführt, wenn schwere Lasten immer ein- und denselben Weg zu machen hatten, oder wenn das Gewicht der zu transportirenden Gegenstände sehr groß war; es lag dann nahe, die oft große Mühe und bedeutende Kosten erheischende Befestigung der Straße auf den möglichst kleinsten Raum, d. h. auf denjenigen, der von den Rädern berührt wurde, zu beschränken, und entstanden aus den gewöhnlichen Wegen die Radbahnen.

Das Material zu diesen Bahnen hieng von der Localität ab, und war zunächst Stein oder Holz, je nachdem man das eine oder das andere zur Hand hatte.

Die Erfindung der Radbahnen von Stein ist so alt wie die Pyramiden, und es sind in Egypten diese Bahnen noch zu erkennen. In Cyrene in Afrika hat man Spuren derartiger Bahnen meilenweit verfolgt und als Communicationen zwischen den einst prachtvollen Städten der Wüste erkannt.

Ist hiernach also den Baumeistern der Pyramiden vielleicht die Erfindung der steinernen Radbahnen zuzuschreiben, so war es der Bergbau, welcher Holz an die Stelle der Steine anwenden lehrte. Denn hier lag der Fall vor, daß bedeutende Lasten immer ein und denselben Weg zu machen hatten. Der Bergbau blühte besonders früh in Deutschland und hier finden sich auch die ersten Spuren von Holzbahnen, und wir müssen die Erfindung der Radbahnen von Holz den Deutschen zuschreiben, wenn gleich dieselbe von Engländern in Anspruch genommen wird.

Erst zu Anfang des 17. Jahrhunderts tauchen die Holzbahnen in England auf. Es scheint, daß zwischen den Jahren 1602 und 1649 ein Herr Beaumont dergleichen Holzbahnen bei den Steinkohlengruben nächst Newcastle an der Tyne angelegt hat. Um das Jahr 1676 wurden diese Holzbahnen so beschrieben, daß sie aus zwei nach der Spurweite der Wagen von einander entfernten Balken bestanden, die durch Querhölzer gestützt und in ihrer parallelen Lage gehalten wurden.

Diese Balken mußten durch die Räder der Wagen bald beschädigt und dadurch rauh werden, so daß ihre Erneuerung bald nöthig wurde. Da aber nur die Oberfläche der Balken durch die Räder angegriffen wurde, so legte man auf dieselben andere dünnere Balken, die zerstört, mit leichter Mühe und wenigen Kosten erneuert werden konnten, wobei die eigentlichen Tragbalken unversehrt blieben. Wenn wir uns diese Construction versinnlichen, so liegt eine Vergleichung mit unsern heutigen Eisenbahnen sehr nahe. Die Langschwellen sind dort wie hier vorhanden, und statt der eisernen sehen wir hier Holzschienen.

Auf diesen Bahnen bewegten sich die Lasten meistens abwärts, weil die

Kohlengruben höher lagen, als die Ladeplätze an der Tyne. Eine Ladung von 42 Ctnr. für ein Pferd scheint der Effect gewesen zu sein, den man verlangte, und wenn die steilste Stelle diesen gewährte, war man zufrieden.

Da jedoch die Reibung auf den hölzernen Schienen noch immer sehr bedeutend war, besonders wenn einmal eine Abnutzung eingetreten und das Holz naß geworden war, so besetzte man später die Hölzer mit flachen eisernen Schienen, die man durch gewöhnliche Nägel befestigte. Diese Befestigung war sehr mangelhaft, die Nägel wurden leicht lose und konnten dann nicht wieder in dieselben Löcher eingetrieben werden, und dieß mag ein Grund gewesen sein, warum man die Anwendung schmiedeiserner Schienen nicht weiter verfolgte; wenigstens blieben die Bahnen in dem beschriebenen Zustande bis in die Mitte des 18. Jahrhunderts. Zu dieser Zeit glaubte man in den Kanälen die vollkommenste Art der innern Communikation eines Landes gefunden zu haben, und die wissenschaftlichen Bestrebungen wandten sich diesen zu.

In einem so eisenreichen Lande wie England, wo das Holz schon lange in einem verhältnißmäßig sehr hohen Preise stand, konnte es jedoch nicht ferne liegen, die leicht verweslichen Holzschienen durch eiserne zu ersetzen; doch dauerte es bis zum Jahre 1738, wo zuerst von gußeisernen Schienen die Rede ist. Der Anwendung derselben scheint aber die große Schwere der in Gebrauch stehenden Wagen entgegen gewesen zu sein, und eine gewisse Nachricht von gußeisernen Schienen hat man erst vom Jahre 1767, in welchem ein Herr Reynolds auf den großen Hüttenwerken zu Coalbrookdale, wo auch die erste gußeiserne Brücke gegossen wurde, dergleichen anfertigen ließ.

Benj. Curr legte im Jahre 1776 die erste Bahn zum Kohlentransport mit gußeisernen Schienen, welche die Fuhrwerke in der gegebenen Spur fixirte. Er gab den Schienen an der Außenseite einen Rand und zwar so, daß die lichte Entfernung der Ränder zweier sich gegenüberliegender Schienen 5 engl. Fuß betrug, was der englischen Straßenwagenspur entsprach.

Bis zum Jahre 1793 scheint auch bei diesen gußeisernen Schienen nur das Lang-Schwellensystem im Gebrauch gewesen zu sein, später gab man den Schienen Fischbauchform und legte sie auf Steinwürfel.

Um das Jahr 1805 machte ein Herr Nixon auf der Walbotle Steinkohlengrube Versuche mit stabeisernen Schienen, weil der Anwendung der gußeisernen ihre große Sprödigkeit und Zerbrechlichkeit im Wege stund. Diese stabeisernen Schienen bestanden aus 2' langen, im Querschnitt quadratförmigen Stäben, die an den Enden etwas übereinander griffen und durch einen Nagel befestigt wurden. Diese Schienen ruinirten indessen bei ihrer schmalen Oberfläche die Radeisen so sehr, daß ihre Anwendung immer eine beschränkte blieb, bis man anfieng, die Lehrsätze der Mechanik bei ihrer Darstellung in Anwendung zu bringen. Es geschah dieß erst im Jahre 1828, wo John Birkinshaw auf der Bedlington Eisenhütte ein Patent auf die Verbesserung ihrer Form nahm. Er gab ihnen nämlich eine solche Gestalt, daß sie den Rädern eine eben so große Oberfläche boten, wie die gußeisernen, und doch ihr Ge-

wicht das der frühern quadratförmigen nicht überschritt. Dieses Prinzip, die Schienen als Körper darzustellen, die bei dem kleinsten Querschnitte, also bei der kleinsten Eisenmasse die möglichst größte Tragkraft und eine angemessene große Oberfläche zur Berührung mit den Rädern hatten, liegt allen den vielen weitern Veränderungen, die die Form der Schienen erlitten hat, zum Grunde.

Die ersten gewalzten Schienen hatten 15 Fuß Länge und einen pilzförmigen Querschnitt. Im Längenschnitt hatten die Schienen selbst als Walzschienen noch die Fischbauchform und ruhten in gleichen Abständen in Stühlen von Gußeisen, die auf eichenen Querschwellen befestigt waren.

Erst R. Stephenson führte Schienen mit symmetrischem Querschnitt und parallelen Ober- und Unterflächen ein, und zwar bei der Birmingham Bahn. Das Gewicht der Schienen war 65 Pfund pro Yard. Die Schienen ruhten ebenfalls in gußeisernen Stühlen mit Holzkeilen befestigt auf eichenen Querschwellen. Es ist dieß die Construction, die sich bis auf die neueste Zeit erhalten hat, nur tritt in der zweiten Hälfte der vierziger Jahre die Einführung der Laschenverbindung hinzu.

Von der Zeit der Erbauung der Birminghamer Bahn an wurden die Schienen mit verschiedenen Querschnittsformen angefertigt, fast jeder Ingenieur wählte seine eigene Form. So entstunden zwei Hauptklassen von Schienen; die Stuhlschienen und die breitbasigen Schienen. Zu den letzteren, welche anfänglich nur in Verbindung mit Langschwellen Anwendung fanden, gehören die Brückschienen von Brunel und die Vignoles-Schienen.

Ungefähr 40 % der europäischen Bahnen haben die Vignole-Schiene mit Querschwellenunterlage angenommen.

Wir haben erwähnt, daß man, um den Transport überhaupt zu erleichtern, zuerst wohl die Fuhrwerke zu verbessern anfing, dann auf die Wege selbst überging und hiermit so weit kam, daß die Räder der Wagen auf der glatten Oberfläche eiserner Schienen liefen. Die bewegende Kraft war aber bis dahin immer nur auf die Muskelkraft der Thiere beschränkt und es trat nun eine Periode ein, in der man diese durch andere Kräfte zu ersetzen suchte, um so die Transportmittel in dieser Richtung zu vervollkommnen.

Die bis dahin im Gebrauche gewesenen Eisenbahnen waren im Allgemeinen meistens mit einem Gefälle angelegt, der Art, daß die Last sich auf ihnen nur abwärts bewegte, und es allein darauf ankam, die Gefälle so einzurichten, daß die Pferde die leeren Wagen an den steilsten Stellen aufwärts zu ziehen im Stande waren. Auf solchen Wegen hatten die Pferde bald eine große Last zu ziehen, bald gingen sie fast leer und bei bedeutenden Abhängen mußten sie gar ausgespannt werden, wobei man dann die Wagen der freien Einwirkung der Schwere überließ und ihre Geschwindigkeit durch Bremsen zu mäßigen suchte, was natürlich nicht ohne Unbequemlichkeit und Gefahr geschehen konnte. Nun lag es wohl ziemlich nahe, da, wo man der großen Frequenz wegen für die leer zurückgehenden Wagen besondere Bahnen oder Geleise anlegte, diese an den steilen Stellen so mit den

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

I. Europa.

1.	England	[illegible] Kilom.
2.	Deutsche Staaten mit Oesterreich	30740 „
3.	Frankreich	[illegible] „
4.	Spanien	[illegible] „
5.	Italien	[illegible] „
6.	Europäisches Russland	[illegible] „
7.	Belgien	[illegible] „
8.	Schweden	[illegible] „
9.	Schweiz	[illegible] „
10.	Holland	[illegible] „
11.	Portugal	700 „
12.	Dänemark	[illegible] „
13.	Norwegen	[illegible] „
14.	Europäische Türkei	[illegible] „
	Zus.	83154 „

oder 11040 deutsche Meilen, wenn 7532 Meter auf eine deutsche Meile gerechnet werden.

II. Amerika.

1.	Vereinigte Staaten		59377 Kilom.
2.	Englische Colonie in Nordamerika:		
	a) Canada	3457 Kilom.	
	b) Neubraunschweig	315 „	
	c) Neuschottland	150 „	
			3922 „
	Uebertrag		63299 „

	Uebertrag	63299 Kilom.
3. Kuba	640	„
4. Brasilien	601	„
5. Chili	600	„
6. Argentinische Republik	525	„
7. Mexico	122	„
8. Britisch-Guyana	96	„
9. Peru	89	„
10. Kolumbia	77	„
11. Paraguay	74	„
12. Jamaica	22	„
13 Venezuela	15	„
ober 8784 deutsche Meilen. Zus.	66160	„

III. Asien.

1. Britisch Ostindien	5438	„
2. Asiatische Türkei	233	„
3. Java	163	„
4. Ceylon	59	„
ober 782 deutsche Meilen. Zus.	5893	„

IV. Afrika.

1. Aegypten	898	„
2. Kap-Colonie	106	„
3. Algier	44	„
4. Natal	3	„
ober 139 deutsche Meilen. Zus.	1051	„

V. Australien.

Englische Colonien:

1. Victoria	444	„
2. Neu-Südwales	233	„
3. Süd-Australien	118	„
3. Queensland	64	„
4. Neuseeland	26	„
ober 117 deutsche Meilen. Zus.	885	„

Daher Länge der Eisenbahnen der Welt:

I. Europa	83154	Kilom.
II. Amerika	66160	„
III. Asien	5893	„
IV. Afrika	1051	„
V. Australien	885	„
Zus.	157143	„

ober 20864 deutsche Meilen.

Wenn man in den einzelnen Welttheilen für diejenigen Bahnen, deren Anlagekosten unbekannt sind, die durchschnittlichen Kosten der übrigen Bahnen annimmt, so erhält man die Anlagekosten:

der europäischen	Bahnen	35240	Mill.	Franken
„ amerikanischen	„	9188	„	„
„ asiatischen	„	1544·5	„	„
„ afrikanischen	„	156·5	„	„
„ australischen	„	496·5	„	„
	Summe	46625·5	„	„

Die Zahl der im Betrieb befindlichen Maschinen beträgt mindestens 40000 und der Wagen 1200000.

Es geht hieraus hervor, welche enorme Ausdehnung das Eisenbahnwesen seit dem Jahr 1830 in allen Ländern genommen hat, daß es das wichtigste und bedeutendste Verkehrsmittel geworden und mit dem Telegraphenwesen dazu bestimmt ist, eine völlige Umwälzung der socialen und ökonomischen Zustände der Bevölkerungen herbeizuführen.

Die Ursache dieser Erscheinung darf zum großen Theil der vom Jahre 1830 an fortgesetzten Verbesserung der Locomotiven und der in technischer wie in ökonomischer Hinsicht eingetretenen Vervollkommnung der Eisenschienen-Fabrikation sowie der ganzen Eisenbahntechnik zugeschrieben werden, denn war man anfänglich auf wenig geneigte und schwach gekrümmte Bahnen beschränkt, also nur auf gewisse Gegenden, die dergleichen erlaubten, so wurden die Eisenbahnen auch in weniger günstigen Landstrichen und im Gebirge ohne zu großen Kostenaufwand möglich, sobald es gelungen war, die Locomotiven so zu construiren, daß sie größere Steigungen überwinden und schärfere Krümmungen durchlaufen konnten und die Baukosten der Bahn selbst auf eine den Verhältnissen entsprechende Größe zu ermäßigen.

Bezüglich des Eisenbahnwesens speciell in Deutschland soll nicht unerwähnt bleiben, daß zuerst Denis es war, der die große technische Erfindung der Neuzeit (1830) bei der Nürnberg-Fürther Bahn ins Leben rief, und einige Jahre später die Taunusbahn baute; daß fast gleichzeitig mit ihm Kunz die Leipzig-Dresdener Bahn baute und Anfang der vierziger Jahre Etzel sich große Verdienste um den Bau der Bahnen besonders in Württemberg und der Schweiz erwarb. Auch im Bau der eisernen Brücken und der Locomotivmaschinen wurden in Deutschland große Fortschritte gemacht und knüpfen sich daran rühmlich die Namen Hartwich und Engerth.

§. 32.

Von den Eisenbahnen im Allgemeinen.

Je nach dem Zwecke der anzulegenden Eisenbahn oder den Anforderungen des Verkehrs unterscheidet man verschiedene Arten von Eisenbahnen:

1) Materialtransportbahnen.
2) Stadt- oder Straßeneisenbahnen.
3) Industriebahnen.
4) Eigentliche Locomotivbahnen und zwar:

a) Hauptbahnen.
b) Seiten- oder secundäre Bahnen.
c) Provisorische Gebirgsbahnen.
5) Bahnen mit stehenden Dampfmaschinen.
6) Atmosphärische Bahnen.

ad. 1. Materialtransportbahnen, wie solche in Bergwerken, Kohlengruben und größeren Steinbrüchen oder bei großen Bauten insbesondere bei Ausführung von Erdarbeiten vorkommen, sind einfache Schienenbahnen, in der Regel mit Schienen von kleinerem Profile und leichten Quer- oder Langschwellen, auf welchen die Fahrzeuge durch Menschenkräfte oder Pferde bewegt werden. Auch die Spurweite dieser Bahnen ist in der Regel eine kleinere, wie die der Locomotivbahnen.

Nur bei Transportbahnen für Erdarbeiten, wo große Massen auf sehr weite Entfernungen transportirt werden müssen, kommt Locomotivbetrieb vor und kommen hier Maschinen der kleinsten Sorte zur Anwendung.

ad. 2. Die Stadt- oder Straßeneisenbahnen sind Pferdebahnen für den Straßenverkehr. In großen Städten, die in Folge der Anlage von Locomotivbahnen nach gewissen Richtungen zu einen sehr starken Verkehr haben, wo die gewöhnlichen Verkehrsmittel für den Personentransport nicht mehr ausreichen, werden Eisenbahnen in die Straßen gelegt, um einen stets guten Weg zu erhalten, auf welchem sich größere mit Pferden gezogene Omnibusse in geregelten Zeitabschnitten hin- und herbewegen. Es haben diese Bahnen den Vortheil, daß sie mit sehr scharfen Krümmungen angelegt werden können und daß die Fahrzeuge wegen der mäßigen Geschwindigkeit, die eingehalten werden muß, überall anhalten können. Straßeneisenbahnen sind besonders in Amerika in Anwendung, z. B. in Newyork, Philadelphia. In Europa sind sie in mehreren Städten Englands, in Berlin, Hamburg, Wien, Stuttgart, Zürich 2c. 2c.

Um die kostspielige Anlage von Schienenwegen zu ersparen, war man neuerer Zeit bestrebt, Straßenlocomotiven zu construiren, welche ohne Schienenunterlage zum Transport auf freier Straße benutzt werden können. Der Construction nach werden Straßenlocomotive mit schleppender Schienenunterlage und solche mit breiten Radfelgen unterschieden. Versuche, welche in London, Hamburg und andern Orten mit solchen Maschinen angestellt wurden, ergaben kein günstiges Resultat, da abgesehen von der Störung des gewöhnlichen Straßenverkehrs und Gefahr für die Umgebung, die Bewegungs-Hindernisse sehr bedeutend sind und es sich ereignen kann, daß selbst bei geringen Steigungen die Locomotive die eigene Last zu bewältigen nicht im Stande ist, indem der Reibungscoefficient bei denselben bis auf $^2/_5$ herabsinkt, während er auf Schienenbahnen $^1/_{280}$ beträgt. Im Allgemeinen ist man deßhalb wieder mehr zu den Schienenbahnen mit Pferdebetrieb zurückgekehrt. Indeß hat in neuester Zeit ein gewisser Larmanjat ein Eisenbahnsystem für Vicinalbahnen empfohlen, bei welchem nur ein Schienenstrang in Anwen-

dung kommt und bestehende Straßen verwendet werden können. Die Locomotive hat 3 Räder, das eine liegt in der Achse der Schiene und hat zwei Spurkränze, die beiden andern dienen als Treibräder und laufen auf der Straße. Die Wagen haben 4 Räder, wovon 2 in der Längenachse liegen und die Last auf die Schiene übertragen, die beiden andern in der Querachse liegenden nur den Zweck haben, dem Wagen die nöthige Stabilität zu geben. In Frankreich, Oesterreich und England sollen bereits derartige Bahnen ausgeführt worden sein und zwar in Oesterreich mit der Bedingung, daß die Schiene in gleicher Höhe mit der Straße liegt und somit den Straßenverkehr nicht beeinträchtigt.

Nach unserer Ansicht dürfte es wohl vorzuziehen sein, bei der Locomotive das eine Rad, welches auf der Schiene lauft, als Treibrad zu benutzen, damit das System unabhängiger von der Beschaffenheit der betreffenden Straße wird. Im Uebrigen scheint es eine wesentliche Verbesserung der gegenwärtigen Straßenlocomotive zu sein und wird in manchen Fällen gute Dienste leisten.

ad. 3. Industriebahnen sind in der Regel Locomotivbahnen, welche industrielle Etablissements als Eisenwerke ꝛc., die in der Nähe von Stationen einer Hauptbahn liegen, mit denselben in Verbindung setzen. Sie sind eigentlich nur größere Materialtransportbahnen, welche die gleiche Spurweite wie die Hauptbahn haben, damit die Transportwagen direct auf die Hauptbahn übergehen können; sie bieten daher hauptsächlich ihrer Construction gegenüber den eigentlichen Locomotivbahnen keine Eigenthümlichkeiten dar.

ad. 4. Die eigentlichen Locomotiv- oder Hauptbahnen sind diejenigen Eisenbahnen, welche für den großen durchgehenden Verkehr von einem Lande zum andern, sowie für den Local-Güter- oder Personenverkehr eines Landes nach verschiedenen Richtungen hin dienen.

Wir werden diese Bahnen als die wichtigsten, in der Folge am ausführlichsten betrachten. Hier mag nur soviel bemerkt werden, daß diese Bahnen nach ein- und derselben Spurweite ein- oder zweigeleisig gebaut werden, daß sie in geeigneten Abständen und an geeigneten Orten Sammelplätze oder Stationen erhalten, wo sich die zu transportirenden Gegenstände ansammeln und wo die Züge anhalten, um Personen und Güter auszutauschen.

Je nachdem sich diese Bahnen in einem Terrain bewegen, sind sie entweder:

Bahnen in der Ebene.
„ im Hügellande.
„ „ Gebirge.

Die ersteren haben in der Regel die günstigsten Steigungs- und Alignementsverhältnisse, die Bahnen im Hügellande wechseln im Gefälle und haben schon stärkere Steigungen und Krümmungen, die Bahnen im Gebirge haben die stärksten Steigungen und scharfe Krümmungen.

Im Zusammenhange mit diesen Bahnen stehen auch die sogen. Verbindungsbahnen, welche in großen Städten die verschiedenen Bahnhöfe mit

einander in Verbindung setzen. Dieselben sind meist außerhalb der Stadt angelegte offene Bahnen, doch hat man sie in London durch die Stadt und um den Straßenverkehr nicht zu stören, unterirdisch gebaut. (Motropolitan Railway.)

Die Seiten- oder sekundären Bahnen sind bestimmt, Orte von untergeordneter Bedeutung mit der Hauptbahn in Verbindung zu setzen. Sie bewegen sich gewöhnlich in einem Seitenthale, sind stets eingeleisig und mit stärkeren Steigungen und Krümmungen wie die Hauptbahn angelegt. Der Verkehr auf diesen Bahnen ist größtentheils nur ein localer.

Gewöhnlich werden die sekundären Bahnen die gleiche Spurweite erhalten wie die Hauptbahnen, damit die Wagen derselben auf die letzteren übergehen können und ein Umladen der Güter vermieden wird, jedoch bedingt dieß nicht die gleiche Beschaffenheit des Oberbaues der Bahn, sondern es können auch die Schienen schwächer gehalten werden. Dadurch aber, sowie ferner, daß auch durch die Anwendung leichterer Maschinen die Kunstbauten einfacher und leichter gehalten werden können, vermindern sich die Baukosten der sekundären Bahnen wesentlich. Sie werden deßhalb auch, indem sie der Hauptbahn den Verkehr aus allen wichtigeren Punkten des Landes zuführen, immer mehr Eingang finden, besonders in denjenigen Ländern, wo die Hauptbahnlinien bereits gebaut sind. Während indeß die Hauptbahnlinien eines Landes vom Staate gebaut werden, bleiben die sekundären Bahnen meist Sache einer Gesellschaft, oder wie in Frankreich, die betreffenden Gemeinden stellen das Gelände und den Erdkörper, und die Verwaltung der Hauptbahn übernimmt den Oberbau und Bau der Stationen, sowie natürlich auch den Betrieb.

Zu den sekundären Bahnen werden auch diejenigen Locomotivbahnen gerechnet, welche mit kleinerer Spurweite ausgeführt werden und worauf dann auch besondere Wagen und Maschinen gehen. Solche Bahnen bestehen in Frankreich, Norwegen, Schweden, Queensland, Britisch-Indien u. a. O., dienen nicht allein für Kohlentransport, sondern auch für Personen- und allgemeinen Gütertransport. Die Spurweite beträgt entweder 3′6″ oder 4′ englisch oder selbst nur ein Meter, wie bei der Bahn von Commentry nach Montluçon.

Die provisorischen Gebirgsbahnen unterscheiden sich von den definitiven dadurch, daß sie in Betreff der Steigungen und Kurven die Grenze überschreiten, die im Allgemeinen zur Zeit für die Eisenbahnen gelten. Es gehören hierher die Systeme von Fell und Marsh, mit welchen Steigungen bis zu 8, 10 und mehr Procente überwunden und Kurven mit 30 Mtr. Radius durchfahren werden können. Das Fell'sche System wurde zur Ueberschienung des Mont-Cenis angewendet und besteht im Wesentlichen darin, daß in der Mitte des Schienengeleises ein dritter Schienenstrang liegt, an welchen von der Locomotive aus zwei horizontal liegende Walzen angedrückt werden und so die Adhäsion vermehren. Die Versuche mit diesem System haben noch keine günstigen Resultate ergeben.

Marsh will das Fell'sche System dadurch verbessert haben, daß er die

Mittelschiene wegläßt und dagegen eine leiterartige Kammschiene anbringt, in welche ein an der Maschine angebrachtes Kammrad eingreift. In wie weit dieses System den Anforderungen genügen wird, muß erst die Erfahrung lehren. Die demselben zu Grunde liegende Idee ist nicht neu und läßt wenig erwarten. Von Projecten für Gebirgsbahnen mit großen Steigungen wäre das von Ingenieur Wetli zu erwähnen, wobei an der Maschine angebrachte Spiralräder in dafür zwischen den Schienensträngen befestigte schräge liegende Leitschienen eingreifen.

ad. 5. Bahnen mit stehenden Dampfmaschinen. Bei den Locomotivbahnen im Gebirge pflegt man wohl in neuerer Zeit stets nur solche Steigungen anzunehmen, welche noch mit Locomotiven befahren werden können und wenn dieß auch mit großen Opfern erkauft werden muß. Nicht in allen Fällen wird jedoch eine Entwickelung der Linie möglich, wie z. B. bei der Brenner Bahn, wo man zwei große Seitenthäler dazu benutzen konnte, sondern es müssen die Steigungen an einer gewissen Stelle concentrirt werden. Dadurch entsteht eine schiefe Ebene, auf welcher sodann die Wagenzüge mit Hülfe einer stehenden Dampfmaschine hinaufgezogen werden. Da der Betrieb solcher Bahnstrecken stets mit großen Kosten und Umständlichkeiten verbunden ist, so sucht man sie wo immer thunlich zu vermeiden und bei Bahnen, wo sie vorhanden sind, wieder zu entfernen.

ad. 6. Atmosphärische Bahnen. Es unterscheiden sich diese Bahnen von den Locomotivbahnen dadurch, daß die Wagenzüge durch Luftdruck anstatt durch Dampfdruck in Bewegung gesetzt werden. Stationäre Dampfmaschinen mit starken Luftpumpen erzeugen in einer der ganzen Länge der Bahn und zwischen beiden Schienensträngen liegenden Röhre einen luftverdünnten Raum. Der erste Wagen des Zugs steht mit einem Kolben mit der Röhre in Verbindung und die Verbindungsstange bewegt sich in einer Längenklappe, die sich während der Bewegung nach vorn öffnet und hinter derselben sich sofort wieder schließt. Dadurch nun, daß vor dem Kolben die Luft verdünnt wird und hinter demselben der Druck der Atmosphäre wirkt, entsteht die Fortbewegung des Zugs. Nach einigen Versuchen, die mit solchen Bahnen in England gemacht worden sind, hat das System wieder aufgehört zu bestehen und ist deßhalb heute nur noch als Antiquität interessant.

§. 33.

Allgemeine Bemerkungen über Locomotivbahnen.*)

Die Erbauung einer Eisenbahn kann Staats- oder Privatunternehmen sein. In beiden Fällen ist es gleich wichtig, die sorgfältigste Erwägung aller Verhältnisse bei der Bearbeitung der Entwürfe stattfinden zu lassen, obgleich rücksichtlich der Rentabilität zwischen Staats- und Privatanlage oft ganz ent-

*) Jordan, praktische Anweisungen zu den Projections-, Nivellements-, Plan- und Erdarbeiten von Eisenbahnen ꝛc. Darmstadt 1840.

gegengesetzte Erfolge zu erzielen gesucht werden. Als Staatsunternehmen ist die Rücksicht, durch verbesserte Communicationsmittel nützliche Erfolge für den Staat überhaupt zu erzielen, gewöhnlich die vorherrschende. Lassen sich, wie schon beim Straßenbau erwähnt worden, große Vortheile für den Staat durch Einführung zweckmäßiger Straßen erkennen, um wie viel mehr muß ein Land durch Einführung gut angelegter Eisenbahnen gewinnen.

Wie Eisenbahnen die Menschen entfernter Gegenden um Vieles einander näher bringen und die Geschäfte im Allgemeinen dadurch belebter machen, wie insbesondere durch sie der geistige, gesellige und Handelsverkehr an Ausdehnung gewinnt und die Civilisation der Menschen rascher vorwärts schreitet, auch bei richtiger Einsicht das Interesse Einzelner nicht zurückgedrängt, vielmehr vorwärts gebracht wird, davon haben uns die bereits bestehenden Eisenbahnen zur Genüge überzeugt.

Die Zahl und Größe der Vortheile zu erkennen, welche durch die zunehmende Einführung dieser großen Erfindung in der Folge den Menschen noch zu gut kommen werden, ist nicht wohl möglich. Mögen Eisenbahnunternehmungen vom Staate oder Privaten ausgehen, immer ist es von gleicher Bedeutung, daß der erste Entwurf auf zuverlässige Angaben gegründet wird. Namentlich bleibt es unverantwortlich, wenn solche Unternehmungen auf allgemeine Schätzungen hin begonnen werden, nicht nur, weil durch leichtsinniges Projectiren schon große Summen für die Unternehmer oft nutzlos angewendet, sondern auch die Hoffnung auf verheißene gute Zinsen damit zu Grabe getragen werden.

Jede solide Eisenbahngesellschaft muß als Basis der Unternehmung die genaue und sichere Ausmittlung nachstehender Hauptpunkte in Betrachtung nehmen:

1) die Größe des Verkehrs;
2) die Kosten der Anlage;
3) die Kosten des Betriebs;
4) die Größe des Ertrags.

Die Ermittelung des Verkehrs auf Haupt- und Localbahnen ist ein Gegenstand von großer Wichtigkeit.

Man pflegte gewöhnlich bei den ersten Bahnen eines Landes bei dergleichen Verkehrsermittelungen Zählungen der Fuhrwerke u. s. w. auf den Straßen vorzunehmen, an deren Stelle die Eisenbahn treten sollte. Man machte dazu noch Erhebungen bei den Post- und Zollanstalten und bildete sich daraus ein Resultat, welches man mit Rücksicht auf die betreffende Gegend in Bezug auf Handel, Gewerbe und Industrie noch einer Modification unterstellte. Dieses Resultat hat sich indeß fast niemals richtig bewährt, es war oftmals zu viel versprechend, in den meisten Fällen aber viel zu nieder gegriffen, indem sich der Verkehr auf das 5- und 10fache allmählig steigerte.

Ein weit sichereres Resultat wird man im Allgemeinen erhalten, wenn man die Verkehrsermittelung für eine neu zu erbauende Bahn auf das Stu-

bium des Verkehrs ausgeführter Bahnen stützt. Es wird heutzutage nicht mehr schwer sein, für jeden Fall eine Bahn herauszufinden, bei welcher die Verhältnisse der Bevölkerung und der Beschaffenheit der betreffenden Gegend im Hinblick auf Production von Rohstoffen, Handel und Gewerbe ꝛc. ꝛc. analog sind mit denjenigen der neuen Bahn, und der Verkehr auf jener Bahn wird zur Ermittelung des Verkehrs der neu zu erbauenden Bahn dienen können.

Ingenieur L. J. Michel hat in den Annales des ponts et chaussées, Jahrgang 1868, bearbeitet von Prof. Sonne in Stuttgart*), sehr interessante Untersuchungen für Localbahnen in dieser Richtung angestellt. Er faßt dabei nur den Verkehr ins Auge, wie er aus der Cultur des Landes seinen Ursprung nimmt, und geht von der Ansicht aus, daß die Personenfrequenz, die Ausfuhr von Landesproducten, die Einfuhr von Gegenständen zur Ernährung der Bewohner ꝛc. fast ganz von der Größe der Bevölkerung abhängig seien und in einem gewissen Verhältniß zu derselben stehen.

Zur Ermittelung eines Maßstabes für die Bevölkerung, welche bei dem Bahnbau interessirt ist, werden die Einwohnerzahlen der Orte von einiger Bedeutung, wie man solche in Entfernungen von 6—8 Kilom. zu finden pflegt, in Betracht gezogen. Diese Orte werden als die Mittelpunkte des Verkehrs, denen auch die Stationen entsprechen, angesehen und die Untersuchung darauf beschränkt, den Zusammenhang zwischen der Einwohnerzahl der größeren und mittleren Stationsorte und dem Verkehr auf der Bahn zu ermitteln. Zu diesem Zwecke wurde eine Zusammenstellung der Stationen der französischen Bahnen gemacht, in welcher Folgendes aufgenommen ist:

Die Einwohnerzahl der Stationsorte, die Anzahl der Reisenden und das arithmetische Mittel zwischen den von der Station versandten und den auf derselben angekommenen Gütermassen.

Unberücksichtigt blieben dabei:

1) die großen Städte und Orte, von denen mehrere Bahnen abzweigen;
2) die Stationen, deren Verkehr durch den Bergbau oder Fabriken wesentlich beeinflußt ist;
3) die Umgebung der großen Städte;
4) die Dörfer mit weniger wie 1000 Einwohner.

Auch wurden nur solche Bahnstrecken ausgewählt, welche seit 1862 vollendet sind.

Es ergab sich aus der Tabelle für das Jahr 1866, daß das Verhältniß zwischen der jährlichen Anzahl der Reisenden und der Einwohnerzahl der Stationsorte zwischen 4 und 9 schwankt und daß dasselbe im großen Durchschnitt 6·5 ist. Die Güterbewegung beträgt im Durchschnitt 2·1 Tonnen pro Einwohner.

Die Eigenthümlichkeiten der einzelnen Gegenden des Landes kommen in den ermittelten Zahlen in frappanter Weise zum Vorschein. Namentlich ist

*) Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen, Nr. 21. 1869.

zu beachten, daß die Ackerbau treibenden Districte den Bahnen einen weit geringeren Verkehr zuführen, wie die Weingegenden.

Das Resultat der Untersuchungen in Bezug auf die Einnahmen einer Localbahn ist Folgendes:

Wenn es sich um die Erbauung einer Localbahn von 40 bis 50 Kilom. Länge handelt, welche keine Concurrenz von einer anderen Bahn hat und 6 bis 8 Stationen enthält, so wird man annehmen können, daß jeder Einwohner der Stationsorte der Bahn eine jährliche Bruttoeinnahme von 0·6 Frcs. pro Kilom. zuführt.

Aehnliche Betrachtungen für deutsche Verhältnisse wurden noch nicht angestellt.

So schwierig auch die Feststellung des muthmaßlichen Verkehrs bei einem Eisenbahnbauproject ist, so muß doch eine annähernd gründliche Veranschlagung desselben jeder weitern Betrachtung, namentlich des technischen Theils der Bahn, vorausgehen, denn die Größe des Verkehrs, sowie die Verkehrsrichtung geben den Maßstab für die aufzusuchenden Alignements- und Steigungsverhältnisse der Bahnlinie und zugleich die Bestimmung, welche Kosten auf die Anlage verwendet werden dürfen, wenn die Unternehmung angemessene Zinsen tragen soll.

Die Kosten der Anlage müssen um so genauer ermittelt werden, als sie auf die Größe des Ertrags einen bedeutenden Einfluß haben. Eine klare Einsicht in alle Verhältnisse des Unternehmens, insbesondere die richtige Feststellung des Bedürfnisses für den Bau und den Betrieb der Bahn, sorgfältig und gewissenhaft ausgearbeitete Plane und Nivellements, petro- und hydrographische Untersuchungen sind nothwendige Bedingungen zur Aufstellung eines richtigen Kostenanschlags.

Mehr noch wie die Kosten der Anlage wirken die Kosten des Betriebs auf den Ertrag einer Bahn ein, denn diese kehren in längeren oder kürzeren Zeiträumen wieder, und es ist deßhalb sehr wichtig, denselben überall die umsichtigste und zuverläßigste Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Eine vorläufige Ermittlung der Betriebskosten erfordert genaue Kenntniß des nöthigen Betriebsmaterials, der Locomotiven, Wagen 2c., sowie des Betriebsdienstes, und macht deßhalb immer ein eigenes Studium nöthig. Zuverläßige statistische Angaben über bereits längere Zeit im Betriebe befindliche Eisenbahnen, bei welchen ähnliche Verkehrsverhältnisse stattfinden, geben wohl die besten Anhaltspunkte zur Ermittlung der Betriebskosten.*)

Nur in dem Falle, wenn alle Vorarbeiten einer Eisenbahnunternehmung mit der größten Umsicht und Gewissenhaftigkeit ausgeführt werden, wenn sowohl der Entwurf für die Ausführung der Anlage vollständig ausgearbeitet, als auch das Bedürfniß der Betriebsmaterialien und der Geschäftsbetrieb

*) Man sehe: Deutsche Eisenbahnstatistik. Ferner: A. Belpaire's theoret. pract. Handbuch über die Leistungen und Fahrbetriebskosten der Eisenbahnen. Wien 1849.

überhaupt mit Sachkenntniß festgestellt ist, wird es möglich, den Zweck der Eisenbahnunternehmung in jeder Beziehung vollkommen zu erreichen und also auch einen günstigen Ertrag zu erzielen.

Die Sicherheit für das Gelingen des Bauunternehmens liegt daher einestheils hauptsächlich in der praktischen und theoretischen Ausbildung der ausführenden Ingenieure, ihren gründlichen und gewissenhaften Ausarbeitungen der Entwürfe und sorgfältigen Localprüfungen, anderntheils auch in der Wahl, Fabrikation und Zurichtung der Baumaterialien und endlich in der allgemeinen Sachkenntniß und praktischen Gewandtheit der Bauaufseher und der Bauarbeiter selbst.

§. 34.

Allgemeine Richtung einer Locomotivbahn.

Die allgemeine Richtung einer Bahnlinie so zu ermitteln, daß sie allen Anforderungen des Verkehrs und der Technik entspricht, ist die wichtigste und schwierigste Aufgabe des Ingenieurs. Sie ist schon schwierig in einem großen Lande, wo das Hauptnetz der Eisenbahnen durch die Natur bereits vorgeschrieben ist, weit schwieriger aber noch in einem kleinen Lande, wo nicht selten Einflüsse particularistischer Natur sich geltend machen und zuweilen die besten Linien in den Hintergrund drängen.

Die Fragen, welche sich bei der Bestimmung der allgemeinen Zugsrichtung einer Bahn aufwerfen, sind zwar in mehrfacher Beziehung keine rein technischen, sondern beziehen sich auf die Verhältnisse des Verkehrs, des Handels, der Gewerbe der betreffenden Gegenden, oder sind theils finanzieller, theils militärischer und theils politischer Natur und werden deßhalb auch von den in dem betreffenden Lande maßgebenden höchsten Behörden entschieden, nichtsdestoweniger bleiben dem Ingenieur noch so viele rein technische Fragen, daß er zur Beantwortung derselben nicht nur die volle Kenntniß aller Zweige des Ingenieurwesens, sondern auch Talent, Ueberblick und Erfahrung nöthig hat.

Bezüglich der allgemeinen Richtung einer anzulegenden Bahn sind folgende Punkte zu bemerken:

a) Eine Hauptbahnlinie soll ohne Rücksicht auf individuelle persönliche Interessen die entfernteren Landestheile und Nachbarstaaten mit einander in möglichst kurzer Richtung verbinden und die gegebenen Hauptpunkte des Landes berühren. Man hat zwar bei den ersten Bahnen Englands auf die Berührung von Zwischenpunkten sehr wenig Gewicht gelegt und zur Erlangung gerader Strecken außerordentliche Kosten für Auffüllungen und Abgrabungen aufgewendet, allein die Erfahrung lehrte, daß dadurch der Zweck derselben nur unvollkommen erreicht wurde, und daß es vielmehr vorzuziehen sei, wenn alle Hauptorte des Landes von der Bahn berührt werden. Zwischen den letztern bestimmt sich alsdann die Zugrichtung einestheils hauptsächlich durch die

Größe des Verkehrs der Hauptendpunkte und desjenigen der Zwischenstädte, Dörfer, Fabriken ꝛc., anderntheils durch die Terrainverhältnisse.

Bei dem Entwurfe einer Bahnlinie ist vor Allem darauf Rücksicht zu nehmen, daß durch die Wahl der Richtungslinie der zu erbauenden Bahn die größtmögliche Belebung zugeführt wird. Es wird sich daher diese Zugslinie an die wichtigen Orte eines Landes, die nicht allzu entfernt von der allgemeinen Hauptrichtung der Bahnlinie abliegen, anschließen, beziehungsweise nähern, oder mit andern Worten der Richtung der Bevölkerung folgen müssen. Nur außerordentliche Umstände, wie allzu ungünstige Steigungs- und Krümmungsverhältnisse, werden es rechtfertigen, wenn man von dieser Richtung abgeht; in diesem Falle wird es dann meistens zweckmäßiger sein, die zu weit seitwärts der Hauptlinie liegenden wichtigen Orte oder die Ausmündungen belebter Thäler durch Zweigbahnen mit der Hauptbahn zu verbinden.

b) Die Eisenbahnen können auch dazu dienen, in ganz unbewohnten und uncultivirten Ländern, wie z. B. in einzelnen Theilen von Amerika oder Australien, das erste Beförderungsmittel zu deren Bevölkerung und Bebauung abzugeben; dann muß die Bevölkerung der Eisenbahntraçe folgen. Man wird nämlich den Hauptbahnzug so zu dirigiren suchen, daß durch denselben diejenigen Theile des Landes mit einander in Verbindung gesetzt werden, deren Produkte oder sonstigen Beschaffenheiten auf die vortheilhaftesten Erfolge schließen lassen. Hierbei dürfte es zuweilen zweckmäßig erscheinen, die Traçe selbst über einen Boden von niederer Ertragsfähigkeit zu führen, sobald nur an den Endpunkten oder einigen dazwischenliegenden Orten eine hinreichende Personenfrequenz oder ein so bedeutender Wagen- oder Productenverkehr zu erwarten ist, daß dadurch die Verzinsung der Anlage und Deckung des Betriebskapitals gesichert erscheint.

c) Eine Eisenbahn kann endlich dazu dienen, daß auf ihr Personen und Güter mit einer und derselben zu verwendenden Kraft und möglichst großer und gleichmäßiger Geschwindigkeit nur von einem Endpunkt der Bahn zum andern transportirt werden. Da nun zwischen zwei gegebenen Punkten die gerade Linie die kürzeste ist, so dürfte diese in dem Falle für die Eisenbahntraçe selbst unter einigermaßen ungünstigen Verhältnissen entschiedene Vorzüge haben, müßte aber durchaus verworfen werden, sobald ungünstige Steigungsverhältnisse eintreten oder sobald sie nur durch ein unverhältnißmäßig großes Anlagekapital erlangt werden könnte.

Es folgt daher aus dem Vorhergehenden, daß die Unternehmung einer Eisenbahn damit beginnen muß, den Verkehr, sowie die Richtung desselben möglichst genau auszumitteln, sodann das Terrain, welches dieselbe durchschneidet, durch zuverlässige Techniker recognosciren und mittelst eines Nivellements aufnehmen zu lassen. Die Richtung des Verkehrs gibt alsdann die Richtung der Eisenbahn, vorausgesetzt, daß nirgends zu starke Steigungen oder zu scharfe Krümmungen vorkommen. Bei den amerikanischen Bahnen pflegte man stets so zu verfahren, und es unterscheiden sich daher

diese von den englischen Bahnen hauptsächlich dadurch, daß sie mehr Orte berühren, und deßhalb auch mehr scharfe Krümmungen und stärkere Steigungen haben.

Während man z. B. in England durchaus keine Kosten in der ersten Anlage scheut, um möglichst günstige Steigungsverhältnisse und sanfte Krümmungen zu erzielen, um Wegüberseţungen im gleichen Niveau mit der Bahn, Dreh- oder Zugbrücken, Seilrampen, Holzconstructionen u. dgl. zu vermeiden, die Bahnen mit zwei Geleisen anlegt, kurz alles was die Sicherheit des Betriebs nur irgend fördern kann, mit großen Kosten erstrebt, sehen wir in Amerika einspurige Bahnen fast allgemein in Anwendung, welche auf den leichtesten Holzconstructionen die größten Flüsse übersetzen, Seilrampen, Dreh- und Zugbrücken angewendet, also Alles aufgeboten, um mit wenig Anlagekosten und in der kürzesten Zeit eine Verbindung herzustellen.

Einen Mittelweg dagegen sehen wir bei den Bahnen Frankreichs, Belgiens und Deutschlands.

Im Allgemeinen kommt es hinsichtlich des Kostenaufwandes auf die Größe der Krümmungen und Steigungen der Bahn sehr viel an, und es müssen daher schon vor der Traçirung und Projectsverfassung für eine neu anzulegende Bahn die Grundbedingungen, auf welche das Project basirt werden soll, möglichst klar sein.

Bezüglich der Richtung einer Bahnlinie im Einzelnen bemerken wir:

1) Im Einzelnen richtet sich die Bahnrichtung sehr viel nach der Lage der Stationen und Haltpunkte. Für diese aber wähle man stets möglichst ebene und freie Plätze, welche nahe an dem betreffenden Orte liegen und eine hinlänglich lange Horizontale gestatten.

Bei Hauptstationen soll diese Horizontale 900 bis 1200 Mtr., bei Zwischenstationen 600—900 Mtr., bei Haltpunkten 300—600 Mtr. betragen.

2) Zieht die Bahn einem Fluß entlang, so muß sie so weit von demselben entfernt sein, daß das Hochwasser, wenn es die Ufer übersteigt, keine erhebliche Stauung annimmt. Bezüglich ihrer Höhe ist sie mindestens 0·6 Mtr. über das höchste bekannte Wasser zu legen.

3) Durch die Bahn dürfen die Seitengewässer eines Thales in ihrem Ablaufe nicht gehemmt werden. Die Bahn muß daher in einer Höhe diese Gewässer überschreiten, welche hinlänglich hohe Durchlässe und Brücken gestattet.

Ebenso dürfen vorhandene künstliche Wasserläufe, als: Entwässerungs- oder Schifffahrtscanäle, Gewerbscanäle, Wasserleitungen ꝛc. nicht beeinträchtigt werden.

4) Auch der Straßenverkehr darf durch die Bahn nicht gehindert werden.

Zieht die Bahn mit einer Hauptstraße parallel, so halte man sie in angemessener Entfernung von dieser. Schneidet die Bahn die Straße, so muß dieß entweder in gleichem Niveau geschehen oder in solcher Höhe, daß die Straße unter oder über der Bahn durchgeführt werden kann. Bei sehr fre-

quenten Straßen in großen Städten ist die Durchschneidung im Niveau nicht zweckmäßig.

In keinem Falle soll durch die Bahnanlage die Steigung bestehender Wege vergrößert werden

5) Die Richtung der Bahn soll mit Rücksicht auf die Terrainverhältnisse so traçirt werden, daß die Kosten der Lösung und des Transports der Erd- und Felsenmassen ein Minimum werden.

6) Ueber nasses und sumpfiges Gelände, Moor, Torf und Triebsand ziehe man die Bahnlinie nur, wenn es das Alignement im Allgemeinen nöthig macht.

7) Tunnels sind thunlichst zu umgehen. Nur wenn es das Alignement verlangt und ein Einschnitt zu kostspielig wäre oder eine Verlängerung der Linie im Interesse des Betriebs nicht vortheilhaft erscheint, ist der unterirdische Bau gerechtfertigt.

Tunnel lassen sich in Steigungen und beliebigen Kurven anlegen, nur muß bei letzteren im Tunnelprofil auf die Erhöhung des äußeren Schienenstrangs und die dadurch bedingte schiefe Stellung der Wagen geeignete Rücksicht genommen werden.

8) Führt die Bahn an einen größern Fluß oder Strom als Endstation, so ist bei der Traçirung und Höhenlage derselben auf den zukünftigen Uebergang Rücksicht zu nehmen.

9) Muß die Bahn eine gewisse Höhe ersteigen, so vermeide man Gegengefälle. Ueberschreitet sie eine Wasserscheide, so wähle man den relativ niedersten Uebergangspunkt.

10) Tritt die Bahn aus einem Hauptthal in ein Seitenthal, um in diesem eine gewisse Höhe zu ersteigen, so wähle man diejenige Thalwand, welche die geringsten Baukosten veranlaßt. Ist die Länge des Seitenthals zu kurz, so suche man die Linie durch Ausführen tertiärer Schluchten oder Thäler zu verlängern.

Auf Schneeverwehungen, Lawinen, Stein- oder Gerölle- und Erdrutschungen ist stets bei der Traçirung Rücksicht zu nehmen.

Man vermeide womöglich stark abfallende Berglehnen, Einsattlungen in den Wasserscheiden und Mulden an den Gehängen, ferner Anschnitte von schräg abfallenden Thon- und Sandschichten, welche Wasser führen und endlich Steinabhänge, auf welchen die Bahn theils im Abtrag theils im Auftrage liegen würde.

§. 35.

Steigungsverhältnisse einer Locomotivbahn.

Was die Steigungsverhältnisse einer Eisenbahn betrifft, so wird nicht bestritten werden können, daß ein vollkommen geradeliniges und horizontales Längenprofil das beste für einen Betrieb ist, dessen Verkehrsquantum in beiden Richtungen gleiche Größe hat. Hieraus folgt, daß ein Bahnlängen-

profil durchgängig nach der Richtung geneigt sein sollte, nach welcher der Hauptverkehr sich hinzieht. In der Natur des meisten Verkehrs, sowie in der Bildung aller Landstriche liegt es aber, daß weder das eine noch das andere Verhältniß stattfindet, und es werden daher die Bahnen von einiger Ausdehnung in der Regel im Längenprofil aus einer Folge und Abwechslung horizontaler, steigender und fallender Ebenen zusammengesetzt sein. Diese nun am wirksamsten zusammenzustellen und zu vertheilen, und die Vertheilung in einem richtigen Verhältniß zu einem gegebenen Kostenaufwande der Anlage der Bahnlinie zu bewerkstelligen, ist einer der wichtigsten Gegenstände, welche dem Ingenieur bei dem Entwurfe einer Bahnlinie vorkommen.

Um hierbei ein mathematisches Anhalten zu haben, welches allerdings in der Wirklichkeit nur höchst selten ausführbar sein dürfte, und durch vielerlei Berührungspunkte moderirt wird, läßt sich folgende Berechnung anwenden:

Es sei das Gewicht eines abwärts gehenden Verkehrs sammt Transportmittel = ... W

Das Gewicht eines aufwärts gehenden Verkehrs sammt Transportmittel = nW

Der Halbmesser der Wagenräder = ... R

Der Halbmesser der Radachsen = ... r

Der Reibungscoefficient für die Achsenreibung = ... f

Die Neigung der Bahn mit dem Horizont = ... i

Die bewegende Kraft, welche parallel mit den Schienen wirkt = . P

Der Gesammtwiderstand der Achsenreibung = ... F

so hat man für den aufwärts gehenden Verkehr:

$$F = \frac{nW \cdot fr}{R} \text{ daher}$$

$$P = nW \left\{ \sin i + \frac{fr}{R} \right\}$$

für den abwärts gehenden Verkehr wird

$$P = W \left\{ \sin i - \frac{fr}{R} \right\}.$$

Soll nun der Verkehr nach beiden Richtungen gleich sein, so muß

$$nW \left\{ \sin i + \frac{fr}{R} \right\} = W \left\{ \sin i - \frac{fr}{R} \right\}$$

woraus folgt:

$$\sin i = \frac{fr}{R} \left\{ \frac{1 - n}{1 + n} \right\}.$$

Wenn der Verkehr auf- und abwärts gleich groß ist, so hat man $n = 1$, und $\sin i = 0$, also ein horizontales Längenprofil.

Wenn aufwärts gar kein Verkehr stattfinden würde, so wäre $n = 0$ und $\sin i = \frac{fr}{R}$.

Die Terrainverhältnisse und Anlagekosten werden jedoch der praktischen Ausführung dieses Ergebnisses der Rechnung fast immer in den Weg treten, und es wird sich in den meisten Fällen nur darum handeln, das beste

Niveau aufzufinden, welches die Gegend darbietet, weßhalb denn jenes Resultat nur als Anhaltspunkt dienen kann, und daher nicht gänzlich außer Acht gelassen werden sollte. Bei dem Vertheilen und Formiren der Gefälle für die Bahnlinie hat der Ingenieur ganz besonders auch die Größe der Schwerkraft, welche bekanntlich bei den abwärtsfahrenden Trains als Kraftzuschuß, und bei den aufwärtsfahrenden als Widerstand mächtig einwirkt, in Betrachtung und Rechnung zu ziehen. Bei einem Gefälle von 1:250 bis 1:300 wird schon auf der Eisenbahn ein Wagen, durch einen Stoß in Bewegung gesetzt, durch seine Schwerkraft von selbst abwärts rollen, und es können daher bedeutende Ersparungen an Betriebsmaterialien gemacht werden, wenn es bei dem gegebenen Terrain möglich ist, nach der Richtung des stärkeren Verkehrs auch stärkere gleichförmige Gefälle zu geben.

In wie weit die Schwerkraft in Betracht gezogen zu werden verdient, kann aus nachstehender Tabelle entnommen werden:

Steigung der Bahn.	Widerstand der Schwerkraft in Pfunden auf 1 Tonne fortzuschaffende Last.
$\frac{1}{1000}$	2·2
$\frac{1}{900}$	2·48
$\frac{1}{800}$	2·80
$\frac{1}{700}$	3·20
$\frac{1}{600}$	3·70
$\frac{1}{500}$	4·48
$\frac{1}{400}$	5·60
$\frac{1}{300}$	7·46
$\frac{1}{200}$	11·20
$\frac{1}{100}$	22·40
$\frac{1}{90}$	24·80
$\frac{1}{80}$	28·00
$\frac{1}{70}$	32·00
$\frac{1}{60}$	37·30

Es geht hieraus schon hervor, daß stärkere Steigungen im Allgemeinen ungünstig auf den Betrieb einwirken müssen, da die Widerstände mit der Steigung rasch zunehmen. Die Nachtheile der Steigungen für Bahnen mit Locomotivbetrieb lassen sich in vier Rubriken bringen:

a) Verringerung der Fahrgeschwindigkeit;

b) Steigerung des Brennmaterialverbrauchs auf gleichen Wegstrecken;

c) Nothwendigkeit kleinerer Züge oder mehrerer Locomotiven für kürzere oder längere Wegstrecken;

d) Nothwendigkeit von sehr schweren Locomotiven.

Nicht immer sind jedoch diese Nachtheile der Art, daß man stärkere Steigungen deßhalb ganz zu vermeiden hätte; im Gegentheil, es können durch deren Zulassung insbesondere in gebirgigen Gegenden nicht selten große Kosten erspart werden, und man wird daher allen Aufwand zur Verminderung der Steigung als ökonomisch verwerflich ansehen müssen, wenn er sich nicht durch Steigerung der Reineinnahmen vollständig bezahlt. Es wird daher die Hauptaufgabe des projectirenden Ingenieurs sein: Das Längenprofil der Bahn, die Fahrgeschwindigkeit auf ihren einzelnen Strecken, das Constructionssystem, Gewicht und die Totalheizfläche der Maschinen so miteinander in Einklang zu bringen, daß das zur Erzielung schwächerer Steigungen aufgewendete Anlagekapital mehr dem, den jährlichen Aufwand an Brennmaterial repräsentirenden Geldkapital, die möglichst kleinste Summe ausmacht.

Um dieß für 2 verschiedene Bahnprojecte zu finden, muß der Dampf-, beziehungsweise Brennmaterialverbrauch für jedes Gefälle und jede Steigung bestimmt, und die sämmtlichen einzelnen Dampfverbrauche der einzelnen Linien addirt werden.

Der Dampfverbrauch kann nach den Formeln im Anhange §. 1 berechnet werden.

Nach dem Gesagten wird die Auffindung einer zweckmäßigen Eisenbahntrace zur Verbindung zweier oder mehrerer in einer großen Hauptthalebene liegenden Punkte keine großen Schwierigkeiten haben, indem hier die Richtung der Trace der Bevölkerung zu folgen hat, und hinsichtlich der Steigungsverhältnisse selten Zweifel entstehen werden. Diese Schwierigkeiten vermehren sich jedoch dann, wenn es sich um Auffindung einer Linie in gebirgiger Gegend, oder um Ueberschreitung einer Wasserscheide handelt. Es ist in diesem Falle eine genaue Untersuchung der Localität erforderlich, theils wegen der Bedeutung des zu unterhaltenden Verkehrs, theils und besonders deßwegen, weil jede Abweichung von dem Hauptthal einer Gegend den Ingenieur sogleich zu Steigungen nöthigt, welche die höchste Kraft einer Locomotive erschöpfen, und gewöhnlich die Anlegung von langen und kostbaren Tunnels zur unausbleiblichen Folge haben. In solchen Fällen bieten sich dem Ingenieur zur Herstellung eines Eisenbahnprojects folgende 2 Methoden:

1) Man benutze den gewöhnlich ebenen und günstigen Thalboden bis zu dem Punkt, wo die Grenze derjenigen Steigung überschritten wird, welche

noch von der Locomotive ohne Gefahr und ohne zu große Kosten überwunden werden kann. Hier angelangt, stehen folgende Wege offen: entweder lege man *schiefe Ebenen* mit stehenden Maschinen an, oder man öffne einen *Tunnel*, oder man überwinde die Steigung durch eine Combination der schiefen Ebene mit dem Tunnel von mäßiger Länge.

2) Man vertheile die ganze zu ersteigende Höhe auf ein möglichst gleichförmiges, den Locomotiven überall noch zugängliches Gefälle. Mit Hülfe eines Tunnels wird dann gewöhnlich noch die Verbindung der auf diese Weise in den gegenüber stehenden Thälern erreichten höchsten Punkte hergestellt werden müssen.

Sobald die mittlere Steigung des Thals die Annahme dieses Systems erlaubt, und die Länge des etwa erforderlichen Tunnels nicht zu beträchtlich wird, erweist sich die letztere Methode unstreitig als die beste. Doch erleidet diese Ansicht auch einige Beschränkungen, indem ihre Ausführbarkeit von der Form der Thalwände abhängt, weil, wenn diese zu steil oder oft durch Querthäler unterbrochen sind, was nicht selten vorkommt, sich dadurch unverhältnißmäßig große Kosten ergeben würden.

Es leuchtet ein, daß die Anwendung dieses Systems bei den erwähnten Umständen vorzüglich von dem Maximum der Steigung abhängt, welche die Locomotive zu überwinden hat. Dieß führt zunächst auf eine Frage: Welche Gefällsverhältnisse soll eine Bahn erhalten, welchen Einfluß üben sie auf die Betriebskosten?

Der erste Grundsatz hier ist, daß, um eine gegebene Last von einem Ort zum andern horizontal fortzuschaffen, eine gewisse Kraft erforderlich ist, die, abgesehen von der Ueberwindung des Trägheitsmoments, von der Reibung des Bewegungsmittels auf seiner Unterlage abhängig ist, und daß um eine Last von einem Orte zum andern zu schaffen, der nicht in gleichem Niveau, sondern höher liegt, hierzu noch eine 2te Kraft erforderlich ist, die durch die Last multiplicirt mit der Höhe, auf welche sie gehoben werden muß, dargestellt wird.

Die erstere Kraft beträgt bei Eisenbahnen durchschnittlich $\frac{1}{280}$ des Gesammtgewichtes. Soll daher das Maß der erforderlichen Kraft, um eine gegebene Last auf einer Bahn horizontal auf eine gewisse Entfernung fortzuschaffen, in einer Zahl ausgedrückt werden, so muß die Länge des Weges mit $\frac{1}{280}$ des fortzuschaffenden Gewichtes multiplicirt werden. Soll die Last in derselben Zeit auch noch auf eine gewisse Höhe gehoben werden, so kommt zu diesem Product noch das Product aus der wirklichen Hubhöhe mit dem ganzen Gewicht.

Dieses Maß der Kraft muß bei einer festgesetzten Länge und Höhe unter allen Verhältnissen und unabhängig von der Kraft-Quelle ausgeübt werden.

Da man, wie hieraus ersichtlich, mit derselben Kraft die Last 280 Mtr.

möglichsten Vortheile aus den Terrainflächen zu ziehen, wobei auch Gegengefälle vollkommen gerechtfertigt sind.

In Fällen, wo mit einer Entwicklung der Linie mit dem größten Gefälle das Ziel nicht erreicht wird, erscheint es begründet, noch stärkere Steigungen etwa 1:60 oder 1:40 anzunehmen und einen Theil der Belastung aufzugeben oder auch Seilrampen anzuwenden.

Die Wahl ist übrigens nicht zweifelhaft, da bei denjenigen Steigungen, wo der Seilbahnbetrieb für den Personenverkehr noch mit Sicherheit anwendbar ist, der Locomotivbetrieb auch möglich ist und zudem eine Seilrampe mehr kostet als eine Locomotivbahn.

Bei Bahnen, die blos zum Transport von Bergwerksproducten bestimmt sind, können Seilrampen mit Steigungen von 1:20 bis 1:30 mit großem Vortheil angewandt werden.

Hinsichtlich der Steigungsverhältnisse wäre daher bei dem Entwurf einer Bahn festzusetzen:

1) Welches Maximum der Steigung im directen Verfolge der Bahnrichtung noch anwendbar erscheint, mithin wo eine Entwicklung der Bahnlinie zu beginnen hat.

2) Welches System dann eingeschlagen werden soll, wenn die Localverhältnisse eine Entwicklung der Bahnlinie ohne Ueberschreitung der Maximalsteigung nicht mehr gestatten.

Bezüglich der Bestimmung des Locomotivgewichts lassen wir nachstehende Betrachtung folgen:

Bei der Einführung der Locomotive für den Personentransport wurde ihr Gewicht auf 5 bis 6 Tonnen beschränkt; in dieser Grenze war ihre Kraft natürlich sehr gehemmt, das Gewicht, welches sie fortschleppen konnte, nur gering; die geringsten Steigungen verursachten große Schwierigkeiten oder konnten nur mit geringer Geschwindigkeit und geringen Lasten befahren werden.

Die Vervollkommnung der Locomotive, von dem Zeitpunkt an, wo Stephenson seine Rakete für die Liverpool-Mancester Bahn lieferte, war sehr bedeutend, das Gewicht wurde allmählig bis zu 15, 20, ja in neuester Zeit bis zu 40 Tonnen erhöht, und dürfte wohl jetzt sein Maximum erreicht haben, da ein allzu großes Gewicht die Solidität und Dauerhaftigkeit des Schienenweges merkbar beeinträchtigt. In der ersten Zeit, als die Locomotive mit einer Geschwindigkeit von 12 engl. Meilen in der Stunde lief, wurde bei der Widerstandsbestimmung der Locomotive der Widerstand des Wagenzugs mit Recht als nur aus 3 Elementen zusammengesetzt betrachtet, nämlich: den Reibungen der Radachsen und der Radumfänge, und dem Widerstand der Schwere auf den Steigungen. Als aber die große Schnelligkeit nothwendige Bedingung der Eisenbahnen wurde, zeigte sich noch ein weiterer sehr erheblicher Widerstand, nämlich der der Luft, der nach Versuchen in einem Verhältniß mit dem Quadrat der Geschwindigkeit zunehmend zeigte.

Bedeutet nämlich:

P den Druck der Zapfen auf die Büchsen;

f = 0·05 den Coefficient der Reibung der Achsen in ihren Büchsen, wenn gut und andauernd geschmiert wird;

d Durchmesser der Zapfen der Achsen;

D Durchmesser der Räder,

so ist der Widerstand direct, den die Reibung der Achsen der Zugkraft entgegensetzt:

$$R_1 = P \,.\, f \,\frac{d}{D}.$$

Bedeutet ferner:

p das Gewicht der Räder und der Achsen;

P + p Gesammtgewicht der Wagen;

f′ = 0·00125 bis 0·001 den Coefficient der Reibung beim Rollen der Räder auf den Bahnschienen,

so wird der Widerstand durch die Reibung an dem Umfange der Räder ausgedrückt durch:

$$R_2 = (P + p)\, f'.$$

Aus den Beobachtungen, welche Thibault zu Brest angestellt hat, ergibt sich der Widerstand der Luft gegen die Grundfläche eines rechtwinkligen Prisma's von quadratischem Querschnitte, dessen Seitenkanten in der Richtung der Bewegung liegen,

$$R_3 = \mathfrak{D}\,E\,A\,.\,V^2 \ldots (a).$$

R_3 Widerstand, welchen die Luft der Bewegung des Prisma's entgegensetzt, in Kilogramm;

$\mathfrak{D}$ constanter Coefficient = 0·0625;

E Coefficient, welcher von dem Verhältniß der Länge des Prisma's zu der Seite seiner Grundfläche abhängt und zwischen 1·10 und 1·43 wechseln kann;

A Grundfläche des Prisma's in Quadratmeter;

V Geschwindigkeit des Prisma's in Mtr. für die Secunde.

Pambour nimmt für einen Wagenzug, als directe Oberfläche, welche der Luft preisgegeben wird, erstens 70 □′ (6·503 □Mtr.) für den ersten, und sodann so oft mal 10 □′ (0·929 □Mtr.) als Wagen dem ersten folgen; bei der Zahl der Wagen schließt man die Locomotive und ihre Tender mit ein. Für einen Zug Diligencen würde es hinreichen, in der vorstehenden Schätzung 60 statt 70□′ zu setzen. Wenn die auf diese Art bestimmte Oberfläche in der Formel (a) substituirt wird, findet man den Widerstand der Luft dadurch, daß man E für einen Wagen gleich 1·15, für 5 Wagen 1·07, für 15 Wagen 1·05, und für 25 gleich 1·04 setzt. Für einen Zug von 15 Wagen hätte man demnach V = 11·11 Mtr., R_3 = 0·0625 . 1·05 (6·503 + 0·929 . 14) $11{\cdot}11^2$ = 159 Kil.

Der Gesammtwiderstand gegen den Zug auf horizontaler geradlinigter Bahn ist demnach:

$$\mathfrak{R} = R_1 + R_2 + R_3 = Pf\,\frac{d}{D} + (P + p)\,f' + \mathfrak{D}E.AV^2$$

und der Gesammtwiderstand auf geneigter Bahn, wenn α den Neigungswinkel mit dem Horizont bedeutet:

$$\mathfrak{R} = P\,\mathrm{Cos}\,\alpha\,f\frac{d}{D} + (P + p)\,\mathrm{Cos}\,\alpha\,f' + \mathfrak{D}EAV^2 \pm (P + p)\,\sin\alpha$$

je nachdem die Bahn steigt oder fällt.

Für die gewöhnlichen Fälle kann man bei Eisenbahnen $\mathrm{Cos}\,\alpha = 1$ setzen, alsdann wird der Ausdruck des Widerstandes gegen den Zug auf einer abhängigen Bahn:

$$Pf\,\frac{d}{D} + (P + p)\,f' + \mathfrak{D}EAV^2 \pm (P + p)\,\sin\alpha.$$

Eine Neigung der Bahn von $\frac{1}{200}$ reicht hin, daß der Zug allein hinabfährt, und wenn sie $\frac{1}{50}$ erreicht, so kann ein hinabfahrender beladener Zug einen gleichen leeren wieder hinaufschaffen.

Für einen Wagenzug von 15 Wagen à 5000 Kil. einschließlich der Achsen und Räder und 4000 Kil. ohne die letztern, sodann für $\frac{d}{D} = \frac{1}{15}$ und $\sin\alpha = \frac{1}{200}$ ist der Gesammtwiderstand gegen den Zug beim Aufwärtsfahren

$$\mathfrak{R} = 15\,.\,4000\,.\,0{\cdot}05\,.\,\frac{1}{15} + 15\,.\,5000\,.\,0{\cdot}001 + 159 + 15\,.\,5000\,.\,\frac{1}{200}$$

$$\text{oder } \mathfrak{R} = 200 + 75 + 159 + 375 = 809 \text{ Kil.}$$

Man sieht hieraus, daß der Widerstand durch die Wirkung der Schwere am bedeutendsten ist und der Reibungswiderstand an den Achsen nicht viel mehr beträgt als der Luftwiderstand.

Außer den gedachten Widerständen erzeugt eine Krümmung der Bahn 3 Reibungen bei dem Dahinrollen.

Die erste dieser Reibungen hat ihren Grund in dem Festsitzen der Räder an der Achse; eines der Räder gleitet auf den Schienen in einer Distanz, welche dem Unterschied der Länge der beiden Kurven gleich ist, aus denen der Weg besteht. Die durch diese Reibung verzehrte Arbeit ist für die Gewichtseinheit und die Differenz der Länge der Kurven durch ihren Werth in der Funktion von b, R und e ausgedrückt,

$$f'\,.\,\frac{b}{R}\,.\,e$$

b Spurweite gewöhnlich = 1·5 Mtr.;
R Radius des Bogens, den der Schwerpunkt des Wagens beschreibt;

e Länge des von dem Schwerpunkt des Wagens durchlaufenen Bogens;
f'' Coefficient der Reibung von Eisen auf Eisen: nach Morin gleich 0·18 bis 0·192.

Die vorstehende Formel durch den durchlaufenen Raum dividirt, erhält man den Widerstand dieser Reibung, welcher wird

$$f''.\frac{b}{R}$$

für einen Wagen wird dieser Widerstand, wenn man bemerkt, daß die Hälfte des Gesammtgewichts P + p des Wagens auf den rollenden Rädern ruht,

$$(P+p)\,f''\,\frac{b}{2R}.$$

Die zweite Reibung rührt daher, daß der Parallelismus der Achsen den Wagen zwingt, auf den Schienen dahin zu rollen, während er sich um seinen Schwerpunkt dreht, um die Richtung zu ändern. Diese und die vorhergehende Reibung verzehren mit einander für die ganze Durchmessung des Bogens und für jede Gewichtseinheit des Wagens eine Arbeit, welche dargestellt wird durch:

$$f''.\left[\sqrt{a^2+\frac{b^2}{4}}\right].\frac{e}{R}.$$

Für einen Wagen ist diese Arbeit

$$(P+p)\,f''.\left[\sqrt{a^2+\frac{b^2}{4}}\right].\frac{e}{R}.$$

Wenn man mit e dividirt, erhält man den Widerstand, der sich der Bewegung des Wagens direct entgegengesetzt; er ist:

$$(P+p)\,f''.\left[\sqrt{a^2+\frac{b^2}{4}}\right].\frac{1}{R}$$

a halbe Distanz der Achsen, gew. = 1·125 Mtr.

Die dritte Reibung hat ihren Grund in der Centrifugalkraft, in Folge deren sich die Radkränze an den Bahnschienen reiben. Theoretisch ist die Centrifugalkraft geringer, als der durch die Reibung der Wagen auf den Bahnschienen erzeugte Widerstand, und zwar ist dieß selbst für die gewöhnlichen Geschwindigkeiten, und bei einem Radius von 500 Mtr. der Fall; also sollte sich der Radkranz nicht an den Bahnschienen reiben. Dieß wäre auch wirklich der Fall, wenn die Wagen nicht während des Laufes hüpfen würden; da aber diese Wirkung immer hervorgebracht wird, so entspringt daraus eine Reibung, welche für einen Wagen ausgedrückt wird durch

$$\frac{P+p}{g}.\frac{V^2}{R}.f'''.\frac{2c}{D}$$

V Geschwindigkeit des Schwerpunkts des Wagens in Mtr. per Secunde;
D Durchmesser des Rades innerhalb des Radkranzes;

c horizontale Entfernung der durch den Schwerpunkt des Rades gehenden Verticallinie von dem Punkte, wo der reibende Theil des Radkranzes die Bahnschienen zu berühren anfängt;

f''' Coefficient der Reibung des Radkranzes an der Bahnschiene, gew. = 0·18.

Der Gesammtwiderstand, der sich der Bewegung eines Wagens auf einer Kurve und in einer Steigung entgegensetzt, ist daher:

$$\mathfrak{R} = P f \frac{d}{D} + (P+p) f' + \mathfrak{D} E A V^2 + (P+p) f'' \left[\sqrt{\left(a^2 + \frac{b^2}{4} \cdot \right)}\right] \frac{1}{R}$$
$$+ \frac{(P+p)}{g} \cdot \frac{V^2}{R} f''' \cdot \frac{2c}{D} \pm (P+p) \sin \alpha.$$

Mit Beibehaltung der frühern Werthe von P, p, f und f' 2c. erhält man für R = 500 Mtr., b = 1·5 Mtr. g = 9·808 Mtr. den Gesammtwiderstand

$$R = 809 + 101{\cdot}5 = 910{\cdot}5 \text{ Kilogramm.}$$

Hat man in dieser Weise den Gesammtwiderstand des größten zu transportirenden Wagenzugs berechnet, so lassen sich daraus für die anzuspannende Locomotive das Gewicht und die Dimensionen derselben leicht ermitteln. Nimmt man z. B. den Coefficienten für die Reibung der Räder auf der Bahn oder die Adhäsion zu $^1/_6$ an, so hat man das Gewicht der Locomotive, welches auf den Triebrädern ruhen muß, mindestens $q_1 = 6 . 910{\cdot}5 = 5463$ Kilogr. oder nahe 5·5 Tonnen. Bei Personenlocomotiven ruht das gleiche Gewicht auf den 4 Tragrädern, daher hat man das Gesammtgewicht der Locomotive, welche die Last von 75 Tonnen bei einer Steigung von $^1/_{200}$ noch fortziehen kann, gleich 11 Tonnen. Für einen Güterzug mit 40 Wagen à 200 Ctnr. ergibt sich ein Werth von R = 3500 Kilog., folglich das nöthige Gewicht auf den Triebrädern der Locomotive 6·3500 = 21000 Kil. oder 21 Tonnen. Da bei Gütermaschinen alle Achsen Triebachsen sind, so folgt daraus das nöthige Gesammtgewicht der Locomotive gleich 21 Tonnen oder 420 Ctnr. Die Hauptdimensionen der zu erbauenden Locomotive ergeben sich mit Hülfe der Formeln des §. 1 im Anhange.

§. 36.

Die nächste Frage, welche sich nun hier aufwerfen muß, ist wohl die: bis zu welcher Grenze soll der Gebrauch der Locomotive gehen, und wo soll die Benützung der stehenden Maschine beginnen?

Es dürfte nicht allein schwierig, sondern sogar unmöglich sein, durch oretische Berechnungen zu bestimmen, wie weit es rathsam erscheint, ch der Locomotive auszudehnen, oder mit andern Worten, welches Steigung ist, wo sie noch mit Vortheil angewendet werden kann.

rschiedenen hier in Frage kommenden Elemente sind wieder von so e Bedingungen abhängig, daß es rein unthunlich ist, für die Problems ein genaues und allgemein geltendes Gesetz zu finden.

Hier bleibt es hauptsächlich die Erfahrung, an welche sich der Ingenieur zu halten hat, und diese lehrt: daß eine Bahnstrecke noch mit Locomotiven befahren werden kann, wenn die Steigung kleiner als 1:30 ist, und daß sich alsdann der Betrieb mit Locomotive in den meisten Fällen ökonomisch vortheilhafter herausstellt, als der Seilbetrieb mit feststehenden Maschinen.

Die Berechnung der Leistungen verschiedener Locomotiven nach den im Anhang §. 1. gegebenen Formeln und bei den in nachstehender Tabelle angegebenen Dimensionen, gibt folgende Resultate:

	Locomotive (ohne Expansion) für Personen mit 2 Trieb- und 4 Tragrädern.	für Güter mit 4 gekuppelten Triebrädern.	für Güter mit 6 gekuppelten Triebrädern.
Durchm. der Dampfcylinder in Centim.	33	38	43
Kolbenhub in Centim.	51·5	59·3	67·1
Durchmesser der Triebräder in Centim.	180·3	150·6	134·2
Totale Heizfläche d. Kessel in Quadratmtr.	70	81	92
Maximum der Dampfmenge in Kilogr., welche die Kessel per 1 Stunde entwickeln können	3130	3640	4140
Coaksverbrauch in Kilgr. u. per 1 Stunde, welcher dem Maximum der Dampfbildung entspricht	780	910	1030
Maximum des Nutzeffekts in Pferdekräften	156	172	[illegible]
Gewicht der Maschine in Tonnen . .	14	18	23
Last in Tonnen, welche auf den Triebrädern ruht	7	10·8	20·7
Größte Last in Tonnen, welche die Maschine auf horizontaler Bahn fortziehen kann	252	396	782
Spannung des Dampfes im Cylinder in Kilgr. per 1 □Centim., wenn die Lasten Q fortgezogen werden	5·78	5·09	5·77
Geschwindigkeit der Kolben in Mtr. und per Secunde	1·693	1·636	1·300
Geschwindigkeit der Fahrt in Meter und per Secunde	9·31	6·54	4·08

Größte Lasten, welche die Maschinen bei verschiedenen Steigungen fortziehen können, vorausgesetzt, daß die Schienen vollkommen trocken sind, in welchem Falle die Reibung auf der Bahn $\frac{1}{5}$ beträgt:

		Tonnen.	Tonnen.	Tonnen.
Steigung	$\frac{1}{20}$	10·1	19·6	50·0
„	$\frac{1}{30}$	21·0	36·0	82·8
„	$\frac{1}{40}$	30·4	51·0	111·0
„	$\frac{1}{60}$	46·0	79·0	158·0
„	$\frac{1}{80}$	62·0	100·0	207·0
„	$\frac{1}{100}$	75·0	120·0	244·0
„	$\frac{1}{200}$	119·0	171·0	379·0
„	$\frac{1}{500}$	171·0	277·0	552·0
„	$\frac{1}{1000}$	219·0	333·0	759·0
„	$\frac{1}{\infty}$	252·0	396·0	782·0

Hieraus dürfte wohl klar hervorgehen, daß der Locomotivbetrieb bei einer Steigung von $\frac{1}{30}$ oder 3·3 Proc. schon nicht mehr vortheilhaft ist, denn nimmt man das Gewicht eines beladenen Tenders zu 8 Tonnen, eines beladenen Personenwagens zu 6 Tonnen und eines beladenen Güterwagens zu 9 Tonnen, so können an die Personenmaschine nur 2 Wagen, an die Gütermaschine mit 4 gekuppelten Rädern nur 3 und an die mit 6 gekuppelten Rädern nur höchstens 8 Wagen angehängt werden. Hat man nun eine kurze Strecke mit 3·3 Procent Steigung zu befahren, so bleiben nur 2 Wege: entweder eine Vorspannmaschine zu nehmen, welche am Fuße der schiefen Ebene remisirt ist, oder sämmtliche auf der Bahn gehenden Locomotiven so schwer zu machen, daß sie die gewöhnlichen Züge auch auf der schiefen Ebene fortbringen; beides hat aber seine Nachtheile, denn in dem ersten Falle werden die Kosten des Betriebs vermehrt und entstehen weitere Aufenthalte durch das An- und Abspannen der Vorspannmaschine; in dem andern Falle werden nicht allein die Betriebskosten vergrößert, indem die Maschinen für die schwach geneigten Bahnstrecken verhältnißmäßig zu schwer sind, sondern es muß auch die ganze Bahn solider fundamentirt und mit schwereren Schienen gebildet werden, wie in dem

ersten Falle, wodurch die Kosten der ersten Anlage sich bedeutend höher stellen.

Weit ungünstiger werden sich noch die Resultate herausstellen, wenn man annimmt, daß die Schienen feucht sind und der Coefficient für die Reibung der Räder auf der Bahn nur $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{15}$ beträgt.

Durch Vergrößerung des Gewichts der Maschine auf 30 bis 40 Tonnen können wohl bessere Effecte erzielt werden, allein man wird auch zu untersuchen haben, ob die Kosten der Bahn selbst nicht größer ausfallen, als bei Verlegung der Tracę und Annahme einer etwas schwächeren Steigung, oder bei Anwendung mechanischer Vorrichtungen, welche den Zweck haben, das Emporschaffen der Bahnzüge zu vermitteln.

Ungeachtet den Nachtheilen des Locomotivbetriebs auf Bahnstrecken mit $\frac{1}{30}$ Steigung hat es sich doch durch die seitherigen Erfahrungen und durch vergleichende Kostenberechnungen herausgestellt, daß derselbe bei Bahnen mit Personenverkehr ökonomisch vortheilhafter ist als der Seilbetrieb, wobei die Wagenzüge mittelst eines Seiles hinaufgezogen werden, welches sich um eine auf dem höchsten Punkte der Rampe befindliche und durch eine stationäre Dampfmaschine in Bewegung gesetzte Trommel oder Rolle windet. Fast allerwärts in Amerika und England hat man nach und nach, wie sich die Construction der Locomotive vervollkommnete, den Seilbetrieb auf schiefen Bahnstrecken oder sog. Seilebenen abgeschafft und ist zum Locomotivbetrieb übergegangen. Nach den von dem Ingenieur Le Chatelier gesammelten Notizen*) über die verschiedenen Betriebsarten auf schiefen Ebenen, namentlich auf der schiefen Ebene bei Aachen auf der rheinischen Eisenbahn, welche eine Länge von 2086 Mtr. und eine Steigung von $\frac{1}{38}$ hat, geht sogar hervor, daß der Locomotivbetrieb um 16·7 Procent billiger zu stehen kommt, als der Seilbetrieb mit stehender Dampfmaschine.

Wenn man dazu noch in Erwägung zieht, daß der Seilbetrieb jedenfalls unregelmäßiger und unsicherer ist, als der Betrieb mit Locomotiven, so dürfte man wohl zu dem Resultat gelangen, daß schiefe Ebenen mit stärkeren Steigungen als 1:30 womöglich ganz vermieden werden sollten, indem auf solchen der Locomotivbetrieb nicht mehr mit Vortheil stattfinden kann und man zur Annahme des sehr kostspieligen Seilbetriebs genöthigt ist.

Daß Steigungen zwischen $\frac{1}{30}$ und $\frac{1}{45}$ mit Locomotiven befahren werden können, zeigen die folgenden in Betrieb befindlichen Eisenbahnen:

---

*) Chemin de fer d'Allemagne par Le Chatelier. Paris 1845.

von Birmingham nach Glouceſter, worauf eine Steigung von 3387 Mtr. Länge von 1:37
von Glasgow nach Edinburg, worauf eine Steigung von . . . 1:40
von Glocknitz bis Märzzuſchlag über den Semmering, worauf eine Steigung bei 3169 Mtr. größter Länge von 1:40
von Neuenmarkt nach Marktſchorgaſt auf der bayeriſch-ſächſiſchen Bahn, worauf eine Steigung bei 2489 Mtr. Länge von 1:40
von Geislingen nach Ulm auf der württembergiſchen Bahn, worauf eine Steigung bei 5058 Mtr. Länge von 1:45

In den Jahren 1833 bis 39 hatte man in England noch die irrige Anſicht, daß für den Locomotivbetrieb eine Steigung von $\frac{1}{200}$ das Maximum ſein müſſe und es konnten manche Bahnen ohne ſchiefe Ebenen mit ſtehenden Maſchinen nicht ausgeführt werden. Schon im Jahr 1840 aber, als der Amerikaner Norris mit ſeinen Maſchinen auf der ſogenannten Liley-Rampe der Birmingham-Glouceſter Bahn erſchien, welche 1:37 Steigung hat, und die angeſtellten Probefahrten weit günſtigere Reſultate ergaben, als man nur erwartete, trat der Eiſenbahnbau in ein anderes Stadium; man ſcheute ſich nicht mehr, ſtärkere Steigungen als 1:200 anzunehmen, und ſuchte dadurch die ſchiefen Ebenen mit ſtationären Maſchinen ganz zu umgehen, wodurch für den Bau und Betrieb der Bahnen enorme Vortheile erreicht wurden. Auch bei den Eiſenbahnen Deutſchlands, wo die Erfahrungen der Amerikaner und Engländer benutzt werden konnten, findet man faſt allerwärts auf kurze Bahnſtrecken größere Steigungen als 1:200; ſo iſt die größte Steigung und der ſtärkſte Fall bei nachſtehenden Bahnen wie folgt (Deutſche Eiſenbahnſtatiſtik):

Benennung der Bahn.	Größte Steigung.	Länge in Meter.	Stärkſter Fall.	Länge in Meter.
Badiſche Schwarzwaldbahn . . .	1:50	—	1:53	
Odenwaldbahn	1:66	—	—	
Bayriſche Südnordbahn	1:40	5380	1:95	
„ Ludw. Weſtbahn . . .	1:181	—	1:50	5098
„ Stockheimer Bahn . . .	1:93	—	1:139	
Braunſchweig'ſche Bahn	1:53	—	1:140	
Hannover'ſche Bahn	1:64	—	—	
Main-Weſer Bahn	1:100	—	1:100	
Preuß.-Weſtphäliſche Bahn	1:90	—	1:60	
Sächſiſch-Schleſiſche Bahn	1:55	—	1:140	
„ Tarant-Freiberg Bahn . .	1:40	7854	1:100	
„ Obererzgebirg. Bahn . . .	1:40	3745	1:100	
Württembergiſche Bahn	1:45	5083	1:70	
Bergiſch-Märkiſche Bahn	1:30	2444	1:72	

Benennung der Bahn.	Größte Steigung.	Länge in Meter.	Stärkster Fall.	Länge in Meter.
Breslau-Posen-Glogauer Bahn . .	1:80	—	1:100	
„ Hermsdorfer Bahn . . .	1:50	3534	1:150	
Rhein-Nahe Bahn	1:100	—	1:100	
Brünn-Rossitzer Bahn	1:38	2128	1:65	
Wilhelmsbahn	1:80	—	1:80	
Rheinische Bahn	1:38	2085	1:115	
Bayrische Ostbahn	1:100	—	1:100	
Böhmische Westbahn	1:60	—	1:95	
Hessische Ludwigsbahn	1:75	—	1:74	
Oestreichische Südbahn	1:40	13912	1:41·8	7452
Kaiser-Ferdinands Nordbahn . . .	1:100	—	1:100	
Köln-Mindener Bahn	1:80	—	1:80	
Werra Bahn	1:50	—	1:70	
Brenner Bahn	1:40	—	1:44	

Nach den für die deutschen Bahnen im Jahr 1866 aufgestellten Grundzügen zur Erreichung einheitlicher Bestimmungen hinsichtlich des Baues und Betriebs, soll das Längengefälle, welches die Hauptbahnen nicht überschreiten dürfen,

im flachen Lande 1:200
im Hügellande 1:100
im Gebirge 1:40

betragen. Steilere Steigungen und Seilbetrieb sind nur unmittelbar vor solchen Endstationen und auf untergeordneten Zweigbahnen zu gestatten, von welchen voraussichtlich kein Anschluß an ein weiteres Eisenbahnnetz mit durchgehendem Verkehr zu erwarten ist. §. 69. (3)

§. 37.

Hat man für eine projectirte Bahntrace die größte Steigung angenommen, so ist klar, daß das Gewicht der Locomotive dieser Steigung entsprechend für eine gewisse Last, wie schon oben angedeutet, bestimmt werden muß, da mit dem Gewicht auch die Reibung oder Adhäsion zwischen den Triebrädern und der Bahn direct proportional ist. Wenn nun diese Bahntrace auch noch viel schwächere Steigungen oder horizontale Strecken hat, so wird natürlich für diese Theile der Bahn die Locomotive überflüssig schwer sein. Aus dieser größern Schwere der Maschine geht aber nothwendig auch das Bedürfniß eines stärkern und kostspieligeren Unterbaues für die ganze Länge der Bahn hervor, wodurch das Anlagekapital bedeutend vergrößert wird.

Es ist hieraus der Schluß zu ziehen, daß es nicht vortheilhaft sein kann, eine Bahntrace abwechselnd aus kurz auf einander folgenden, schwach steigenden horizontalen und wieder stark steigenden Linien bestehen zu lassen, sondern

es muß jeweils die Anordnung in dem Längenprofil so getroffen werden, daß

1) die Bahn entweder aus mäßigen Steigungen $\left(0 \text{ bis } \frac{1}{300}\right)$ besteht, wobei sie sich dem Terrain möglichst anschließt, und mit demselben fallen und steigen kann, oder es muß
2) die Bahn aus ununterbrochenen stärkeren Steigungen bestehen, welche im Allgemeinen auf dem größten Theil der Bahnlinie eine bedeutende, jedoch immer noch zulässige Kraftanstrengung der Maschine erfordern.

   Auf solchen Bahnlinien können die gleichen Lasten mit einer und derselben Locomotive von einem Ende der Bahn bis zum andern fortgeschafft werden, nur wird im zweiten Falle eine Maschine stärkeren Kalibers in Anwendung kommen müssen.
3) Es wird die Bahntraçe auf größere Erstreckungen aus mäßigen und wiederum auf größere Längen aus stärkeren Steigungen zusammengesetzt werden können, in welchem Falle sodann Locomotiven verschiedener Kraftäußerung in Dienst genommen werden müssen, wenn die zu fördernden Lasten auf den verschiedenen Steigungen dieselben bleiben.
4) Kann die Localität eine Bahntraçe bedingen, bei welcher die unter 1, 2 und 3 erwähnten Fälle einzeln oder zusammen vorkommen, und denen sich noch solche Steigungen anschließen müssen, welche nicht mehr mittelst Locomotive betrieben werden können, nämlich die *schiefen Ebenen*.

Die Vertheilung der Gefälle bei verschiedenen Bahnen ist aus den Profilen Taf. VIII. ersichtlich.

§. 38.

Alignement der Bahn.

Wenn wir zwischen 2 gegebenen Punkten eine durchaus gerade Bahnlinie für den Verkehr herstellen können, so wird ein solches Alignement in technischer Beziehung jedenfalls das beste sein, nicht nur weil die gerade Linie die kürzeste ist, sondern auch, weil sie den Fahrzeugen den kleinsten mechanischen Widerstand entgegensetzt, denn die natürliche Tendenz der Bewegung jedes schweren Körpers wirkt in der geraden Linie.

Man wird deßhalb immerhin großen Werth auf die Erlangung gerader Linien, oder wenn dieß nicht möglich, auf Erhaltung von Kurven mit möglichst großen Halbmessern zu legen haben. Wie sich daher das horizontale Niveau zum Längenprofil verhält, so verhält sich die gerade Linie zum Alignement der Bahn.

Große und viele Abweichungen von der geraden Linie wirken auf die Anlagekosten, wie die vermehrte Länge.

So nachtheilig in der Regel Krümmungen, namentlich solche von kleinen Radien sind, so lassen sich dieselben doch nicht vermeiden, besonders in der

Nähe der Stationsplätze, die ihrem Zwecke entsprechend nächst den belebtesten Theilen der Städte angelegt werden sollen. Oefters sind auch Krümmungen dort nicht zu vermeiden, wo dadurch kostbare Ländereien umgangen, tiefe Einschnitte, Tunnels, hohe Anschüttungen, kostbare Viaducte und Brücken beseitigt, Flüsse und Kanäle rechtwinklig mit der Stromachse überschritten werden müssen.

Am wenigsten schaden krumme Bahnlinien in der Nähe von Stationen, welche in horizontalen oder wenig geneigten Strecken liegen, weil gewöhnlich daselbst langsam gefahren und zugleich auch dadurch oft der Zweck erreicht wird, daß solche den ankommenden Zügen durch die Seitenreibungen als Bremsmittel dienen können, obgleich geradelinigte Ansteigungen immer ein sichereres und weniger kostspieliges Mittel sind, den schnellen Lauf der Wagenzüge zu hemmen.

Die Nachtheile der Krümmungen liegen hauptsächlich in dem Kraftverluste, welcher durch die Uebertragung der Zugkraft von einem auf den andern Wagen in immer veränderter Richtung entsteht, ferner in dem Widerstande der Reibung, welchen die Spurkränze der Wagenräder, mit ihren parallel und gewöhnlich unveränderlich gestellten Radachsen beim Hinschleifen an dem äußersten Schienenstrange der Krümmung finden, sodann in der Gefahr des Aufsteigens der Räder und Ablaufens vom Geleise bei großer Geschwindigkeit und nicht ganz soliden und genauen Stoßverbindungen der Schienen, endlich in der Abnutzung der Bahn und Transportmittel.

Diese Nachtheile der Bahnkurven dort, wo sie nicht vermieden werden können, möglichst unschädlich zu machen, ist die Aufgabe des Ingenieurs.

Die frühere Behandlung dieses Gegenstandes beschränkte sich darauf, zu zeigen, daß in den Bahnkrümmungen die Centrifugalkraft bestrebt sei, die Wagen gegen die äußern Schienen zu schieben; diesem Uebelstande werde aber einfach dadurch abgeholfen, daß man die Form der Radkränze konisch mache, und wenn dieß nicht ausreicht, die äußern Bahnschienen gegen die innern erhöhe. Das Maß dieser Erhöhung der äußern Schiene zur erforderlichen Gegenwirkung gegen die Centrifugalkraft wurde berechnet und damit war die Darstellung geschlossen. Allerdings ist es möglich, durch derartige Anordnungen die Widerstände in den Krümmungen und dadurch die Gefahren des Aufsteigens 2c. zu beseitigen, es fragt sich nur, unter welchen Bedingungen?

In Bezug auf den Kraftverlust, welcher durch die veränderte Richtung der Zugkraft von der Locomotive auf die einzelnen Wagen entsteht, muß bemerkt werden, daß die Wagen in der Bahnkrümmung ein Polygon bilden, dessen Seiten der Länge der einzelnen Wagen entsprechen und deren von der Geraden abweichende Richtung von der Bahnkrümmung abhängt; daher auch die Uebertragung der Zugkraft von einem Wagen auf den andern eine veränderte Richtung annehmen muß, mithin in 2 Kräfte zerlegt wird, deren eine radikal gegen den Mittelpunkt der Kurve als Centripetalkraft wirkt, die andere als eigentliche Zugkraft übrig bleibt.

Die Größe dieſes Kraftverluſts kann genau berechnet werden, es wächst dieſelbe im quadratiſchen Verhältniſſe mit der Länge und im einfachen Verhältniß mit der Anzahl der Wagen, und nimmt im quadratiſchen Verhältniß mit dem Wachſen des Krümmungshalbmeſſers ab.

Es iſt daher bezüglich dieſes Kraftverluſtes zweckmäßig, kürzere und dafür mehr Wagen zu nehmen, den Krümmungshalbmeſſer aber ſo groß als möglich zu machen.

Die Berechnung gibt dieſen Kraftverluſt übrigens gering an — während die durch die Centripetalkraft hervorgerufene Reibung der Räder an den Schienen in manchen Fällen ſehr läſtig ſein kann.

Einige hierauf weiter bezügliche Fragen ſind:

1) Wie groß iſt der Verluſt von mechaniſcher Arbeit, welcher ſich in Bahnkurven aus dem Umſtande ergibt, daß je zwei an einer Achſe feſtgekeilte Räder in gleicher Zeit ungleiche Wegſtrecken zurücklegen?

Es ſtelle b e, c d, Fig. 13, Taf. XVII. ein Stück der von dem Mittelpunkt a aus conſtruirten Bahnkurve vor, a f den mittlern Halbmeſſer der Kurve und b c die Breite der Bahn. Das äußere Rad hat in derſelben Zeit den Bogen c d zurückzulegen, in welchen das innere auf dem Bogen b e rollt. Die Differenz c d — b c gibt alſo die Strecke an, durch welche wegen der ſtarren Verbindung beider Räder das äußere Rad in derſelben Zeit als ſchleifend anzuſehen iſt, in welcher das innere Rad auf dem Bogen b e rollt. Es bezeichne v die Geſchwindigkeit des innern, v′ die des äußern Rades, R den mittlern Halbmeſſer der Bahnkurve und b die Spurweite der Bahn. Beide Geſchwindigkeiten verhalten ſich offenbar, wie die in gleichen Zeiten beſchriebenen Bogen, mithin auch wie die der letztern zugehörigen Krümmungshalbmeſſer, daher:

$$v' : v = R + \frac{b}{2} : R - \frac{b}{2} \text{ oder}$$

$$v' - v : v = R + \frac{b}{2} - \left(R - \frac{b}{2}\right) : R - \frac{b}{2}$$

mithin

$$v' - v = \frac{vb}{R - \frac{b}{2}} \quad \ldots (1).$$

Dieß iſt der Geſchwindigkeitsunterſchied beider Räder. Der Erfolg iſt nun ſo zu betrachten, als ob das äußere Rad mit der Geſchwindigkeit v′ — v, ohne ſich zu drehen, auf der äußern Schiene ſchleife. Bezeichnet man das Gewicht der bewegten Maſſe mit Q und den Reibungscoefficienten mit f, ſo iſt der abſolute Reibungswiderſtand an der äußern Bahnſchiene $f \cdot \frac{Q}{2}$; dieſer Widerſtand bewegt ſich mit der Geſchwindigkeit v′ — v; daher iſt das Reibungsmoment:

$$f \cdot \frac{Q}{2} (v' - v) \text{ oder}$$

wenn der Werth $v' - v$ aus (1) substituirt wird:

$$\frac{fQvb}{2R - b}$$

und der Verlust an mechanischer Arbeit in Pferdekräfte:

$$\frac{fQvb}{75 \cdot (2R - b)}.$$

Dieser Verlust ist also um so bedeutender, je größer die Last, die Geschwindigkeit und die Spurweite der Bahn ist, und um so geringer, je größer der Bahnhalbmesser.

2) Kann eine möglichst gesteigerte Geschwindigkeit das Umstürzen der Wagen in einer Bahnkurve in Folge der Centrifugalkraft herbeiführen, und welchen Halbmesser müßte die Krümmung haben, wenn die Gefahr des Umstürzens bei einer gegebenen Geschwindigkeit zu besorgen wäre?

Betrachten wir die in den Eisenbahnkrümmungen thätige Fliehkraft als eine im Schwerpunkte des Wagens angreifende Kraft, so lassen sich die Verhältnisse, unter welchen ein Umstürzen desselben erfolgen kann, aus einfachen Gesetzen der Hebelwirkung ableiten. Der Schwerpunkt c, Fig. 14, in welchem die Centrifugalkraft nach der Richtung cP angreift, bildet nämlich das Ende eines Hebels, dessen Stützpunkt an den Berührungsstellen d und f der Spurkränze mit der äußersten Bahnschiene liegt. Um diese Punkte d und f strebt die Fliehkraft den Wagen zu drehen. Die Last widersteht diesem Zuge den Gesetzen der Schwere gemäß in der Richtung ca. Die Grenze der Stabilität der Masse ist erreicht, wenn die auf die Stützpunkte d und f bezogenen statischen Momente der Fliehkraft und des Wagengewichts einander gleich geworden sind, d. h. wenn

$$P \cdot ac = Q \cdot ab, \text{ worin}$$

$$\text{die Fliehkraft } P = \frac{v^2 Q}{gR};$$

$$\text{für } ac = s \text{ und } ab = \frac{b}{2} \text{ wird}$$

$$b = \frac{2v^2 s}{gR} \ldots (2).$$

Hieraus ergibt sich, wenn der Halbmesser gegeben ist, die zum Umwerfen eines Wagens in Folge der Fliehkraftäußerung nöthige Geschwindigkeit:

$$v = \sqrt{\frac{gbR}{2s}} \ldots (3).$$

Den Halbmesser, welchen die Bahnkurve voraussetzt, wenn bei gegebener Geschwindigkeit ein Umstürzen des Wagens erfolgen soll, findet man aus der Gleichung:

$$R = \frac{2v^2 s}{bg} \ldots (4).$$

den Mittelpunkt der Kurve fällt. Außerdem erhält der Wagen dadurch eine etwas geneigte, der Fliehkraft entgegenwirkende Lage.

Es ist klar, daß nur dann eine rein rollende Bewegung der Räder stattfindet, wenn ihre Durchmesser sich verhalten wie die zu ihren Schienenbogen gehörigen Halbmesser. Bezeichnet nun R den mittleren Krümmungshalbmesser der Bahnkurve,

b die Entfernung der Bahnschienen von Mitte zu Mitte,

d' den Durchmesser des innern Rades,

d „ „ „ äußern „

so hat man die Proportion:

$$d : d' = R + \frac{b}{2} : R - \frac{b}{2} \text{ oder}$$

$$d - d' : d = R + \frac{b}{2} - \left(R - \frac{b}{2}\right) : R + \frac{b}{2}$$

woraus:

$$d - d' = \frac{bd}{R + \frac{b}{2}} \ldots (8).$$

Zur Herstellung dieser Differenz muß der Wagen um eine gewisse Strecke zur Seite gedrückt werden, deren Größe offenbar von dem Grade der konischen Verjüngung abhängt. Diese sei allgemein durch $\frac{1}{a}$ ausgedrückt $\left(\text{gewöhnlich } \frac{1}{10}\right.$ bis $\left.\frac{1}{20}\right)$.

B Fig. 16 stelle ein auf der äußern Kurve laufendes Rad vor, dessen Seitenverschiebung ermittelt werden soll. Anfangs laufen beide Räder auf gleichen Peripherien, deren Durchmesser bd ist. Erfolgt nun die seitliche Verschiebung des Räderpaars, so steigt das äußere Rad B an der Schiene in die Höhe, während das innere um die gleiche Höhe herabsinkt. $bc = k$ sei die Strecke, um welche das Rad verschoben werden muß, um die verlangte Differenz zu erzielen, so hat sich offenbar das Rad um ac gehoben, der Durchmesser desselben um 2ac vergrößert und der des innern um ebenso viel vermindert; man hat daher

$$d - d' = 4ac \text{ oder}$$

$$4ac = \frac{bd}{R + \frac{b}{2}} \ldots (9)$$

Nun ist

$$\frac{ac}{bc} = \frac{ac}{k} = \frac{1}{a} \text{ folglich}$$

$$ac = \frac{k}{a} \text{ und durch Substitution in (9)}$$

$$k = \frac{abd}{4R + 2b} \ldots (10).$$

In Folge dieser Verschiebung erhält der Wagen zu der Neigung, welche er wegen der Differenz der Schienenhöhen, welche mit x bezeichnet werden möge, bereits hat, offenbar noch eine weitere Neigung. Der Wagen ist daher als auf einer schiefen Ebene ruhend anzusehen, deren Höhe $x + \frac{2k}{a}$ und deren Länge durch b ausgedrückt werden kann; man hat also $\sin \alpha = \frac{x+\frac{2k}{a}}{b}$ und für das Gleichgewicht der Kräfte:

$$Q.\frac{x+\frac{2k}{a}}{b} = \frac{Qv^2}{gR}$$

woraus

$x = \frac{bv^2}{gR} - \frac{2k}{a}$ und wenn der Werth für k aus (10) substituirt wird:

$$x = b\left(\frac{v^2}{gR} - \frac{d}{2R+b}\right) \ldots (11).$$

Setzen wir beispielsweise:

R	=	200 Meter
b	=	1·5 „
d	=	1·0 „
a	=	15 „
v	=	10 „
g	=	9·808 „

so haben wir die Seitenverschiebung k = 0·028 Mtr. und die Erhöhung der Schienen x = 0·073 Mtr.

Bei der Semmering-Bahn in Oesterreich wurden folgende Maße für die Spurerweiterung und Erhöhung der Schienen angenommen:

Halbmesser der Krümmung	Spurerweiterung	Erhöhung des äußern Schienenstrangs
6000 Fuß	$2\frac{1}{4}'''$	$5\frac{1}{2}'''$
5000 „	$2\frac{1}{2}'''$	$9\frac{3}{4}'''$
4000 „	$3\frac{1}{1}'''$	$8\frac{1}{2}'''$
3000 „	$4\frac{1}{4}'''$	$11\frac{1}{4}'''$
2000 „	$6\frac{1}{2}'''$	$1'' 4\frac{3}{4}'''$
1000 „	$1'' 1'''$	$2'' 9\frac{1}{2}'''$
900 „	$1'' 2\frac{1}{2}'''$	$3'' 1\frac{1}{4}'''$
800 „	$1'' 4\frac{1}{4}'''$	$3'' 5\frac{3}{4}'''$
700 „	$1'' 6\frac{1}{2}'''$	$4''$
600 Fuß	$1'' 9\frac{1}{2}'''$	$4'' 7\frac{3}{4}'''$

1 österr.' = 12″ = 12‴ = 0·316 Mtr.

Nach den Vorschriften, welche die Versammlung deutscher Eisenbahntechniker im Jahre 1866 aufstellte, wurde in Beziehung auf die Bahnkurven bei neuen Bahnanlagen festgesetzt: §. 69 (4).

Der Krümmungshalbmesser der Kurven soll in der Regel bei Bahnen im flachen Lande nicht unter 1100 Mtr., im Hügellande nicht unter 600 Mtr. betragen. Ausnahmsweise darf derselbe bis auf mindestens 360 Mtr. beschränkt werden. Bei Gebirgsbahnen ist der geringste Halbmesser in der Regel 300 Mtr., ausnahmsweise 180 Mtr. Contrekurven sind in der freien Bahn unzulässig. Die gerade Strecke zwischen zwei entgegensetzten Kurven soll in der Regel noch die Länge eines Bahnzugs erreichen.

Es wurde ferner bestimmt, daß in Kurven mit Radien unter 600 Mtr. die Spurweite im Verhältniß zur Abnahme der Länge der Radien angemessen vergrößert und die äußere Schiene mit Berücksichtigung der Fahrgeschwindigkeit um so viel höher als die innere gelegt werden solle, daß die Schienenkante nicht von den Spurkränzen nachtheilig angegriffen wird. §. 69 (17)

Für die Erweiterung der Spur von 1·436 Mtr. und die Erhöhung des äußeren Stranges gibt Oberingenieur Basler für die Pfälzischen Bahnen folgende Normen an:

Rad. in Met.	Erweiterung in Millim.	Ueberhöhung in Centim.
400	15	8
500	12	6·3
600	10	5·2
700	8	4·4
800	7	3·8
900	5	3·3
1000	3	3·0
1200	0	2·5
1500	0	2·0
2000	0	1·5
über 2000	0	1·0

§. 39.

Vergleichung zweier Eisenbahn-Concurrenzlinien in Beziehung auf Baukosten und Betrieb und Bestimmung der Betriebskosten einer Bahn.

Bei der Vergleichung zweier Concurrenzlinien hat man für jede Linie die Baukosten und die capitalisirten Betriebskosten zu ermitteln und die Summen sodann gegen einander zu stellen.

Die Baukosten anlangend, so werden diese entweder auf den Grund von Erfahrungen angenommen, die man bei Bahnbauten unter ähnlichen Verhältnissen gemacht hat, oder, was genauer ist, es wird nach der in der topographischen Karte des Landes eingezeichneten Linie ein generelles Nivelle-

ment erhoben, darnach der Kostenaufwand für die Erdarbeiten, für die Kunstbauten, Tunnels und für sämmtliche Hochbauten berechnet und mit Hinzusetzung der Kosten für Geländeentschädigung und Oberbau die ganze Bausumme gebildet.

Als Anhaltspunkte für annähernde Schätzungen der Baukosten mögen folgende Angaben dienen:

1) Baukosten für eine eingeleisige Locomotivbahn.

	Für die bad. Std. in Gulden.	Für den Kilometer in Franken.
In der Ebene . . .	150000	72000
In hügeligem Lande .	300000	144000
Im Gebirge	500000	240000

2) Baukosten für eine eingeleisige Bahn mit Erwerbung des Geländes für einen zweigeleisigen Erdkörper.

In der Ebene . . .	200000	96000
In hügeligem Lande .	400000	182000
Im Gebirge	600000	288000

3) Baukosten für eine eingeleisige Bahn mit zweigeleisigem Erdkörper.

In der Ebene . . .	250000	120000
In hügeligem Lande .	500000	240000
Im Gebirge	700000	336000

4) Baukosten für eine zweigeleisige Bahn.

In der Ebene . . .	320000	153000
In hügeligem Lande .	600000	288000
Im Gebirge	800000	364000

Zur Vergleichung der Betriebskosten zweier Bahnen ist es nöthig, außer der wirklichen Bahnlänge auch die sogen. Virtuallänge oder Betriebslänge zu kennen.

Bezeichnet

L die wirkliche Bahnlänge,

L_v die Virtuallänge,

h die Summe der Steigungen der Bahn,

$\Sigma\alpha$ die Summe der Centriwinkel aller Kurven,

so pflegt man in Baden zu setzen:

$$L_v = L + 200\ h + 4{\cdot}5\ \Sigma\alpha$$

für badische Fuße, oder

$$L_v = L + 200\ h + 0{\cdot}486\ \frac{\Sigma\alpha}{360^0}$$

für Kilometer.

In Hannover sind diese Werthe 100 und 0·75, in Sachsen 150 und 1·87.

Sind nun

l und l, die horizontalen Längen zweier Bahnen,
h und h' die Höhen zwischen ihren Endpunkten,
α und α' die Summe der Grade der Centriwinkel der Kurven,

so ist das Verhältniß des gesammten jährlichen Aufwandes für den Transport des gleichen Nettogewichts auf den beiden Bahnen:

$$a : a' = l + 200\,h + 4{\cdot}5\,\Sigma\alpha : l' + 200\,h' + 4{\cdot}5\,\Sigma\alpha'.$$

Will man nun die Betriebskosten einer Bahn selbst berechnen, so muß man nach den Erfahrungen von bestehenden Bahnen diejenigen Kosten ermitteln, welche von den Steigungen und Krümmungen unabhängig sind, sie seien k; ebenso die Kosten, welche von den Steigungen und Krümmungen abhängig sind, sie seien k', so hat man die Gesammtkosten

$$K = kL + k,L,.$$

Hat man die Baukosten einer Bahn = C, die der Concurrenzlinie = C,, ferner die capitalisirten Kosten des Betriebs für beide Linien B und B, so sind die Summen C + B und C, + B, mit einander zu vergleichen.

Beispiel. Für eine Bahn von 10 Meilen Länge sollen die Betriebskosten berechnet werden. Die Summe der Steigungen sei 60 Met., die Summe der Centriwinkel 2000°.

Es werde angenommen, daß täglich 5 Personenzüge à 8 Wagen oder 16 Achsen und 3 Güterzüge à 20 Wagen oder 40 Achsen hin und ebenso viele Züge her gehen.

Die statistischen Nachweisungen des Betriebs der bestehenden Bahnen des betreffenden Landes sollen ergeben haben:

1) Verzinsung des Bau- und Betriebskapitals bei 4%	12·5 Kreuzer p. Achsmeile.
2) Stehende Betriebskosten, soweit sie nicht im Nachstehenden noch besonders angegeben sind	6 Krz. p. Achsmeile.
3) Amortisation der Anschaffungskosten der Maschinen	41 Krz. p. Zugmeile.
4) Feuerung, Schmiere, Reinigen und Reparatur der Maschinen:	
Personenmaschinen	48 Krz.
Gütermaschinen	1 fl. 8 kr. p. Zugmeile.
5) Maschinenpersonal als Führer und Heizer	23 Krz. p. Zugmeile.
6) Amortisation der Anschaffungskosten der Wagen	3·5 Krz. p. Achsmeile.

7) Reparatur, Schmieren und Reinigen der Wagen:

Personenwagen	1 Krz.
Güterwagen	0·7 „ p. Achsmeile.

8) Kosten des Wagenpersonals . . . . . 5 Krz. p. Mann und p. Zugmeile.

9) Bahnunterhaltung:

Bahnkörper, Geleisefundament, Schwellenbau .	1·5 Kreuzer p. Achsmeile.
10) Schienen, Auslenkungen und Drehscheiben . . .	1·0 Krz. p. Achsmeile.

so sind die Gesammtbetriebskosten:

a) unabhängig von Steigungen und Krümmungen

ad 1. 12·5 . 20 (16 + 40) . 365
ad 2. 6 . 20 (16 + 40) . 365
ad 3. 41 . 20 . 8 . 365
ad 5. 23 . 20 . 8 . 365
ad 6. 2·5 . 20 . (16 + 40) . 365
ad 8. 5 . 20 . 8 (5 Mann) . 365
ad 9. 1·5 . 20 . (16 + 40 . 365

$= 20 \cdot 365 \{12{\cdot}5 \cdot 56 + 6 \cdot 56 + 41 \cdot 8 + 23 \cdot 8 + 2{\cdot}5 \cdot 56 + 5 \cdot 40 + 1{\cdot}5 \cdot 56\} = 237493$ fl.

b) abhängig von Steigungen und Krümmungen:

Virtuallänge:

$$L_1 = 10 \cdot 7{\cdot}400 + 200 \cdot 0{\cdot}06 + 0{\cdot}486 \cdot \frac{2000}{360^0}$$

$L_1 = 12$ Meilen.

ad 4. 48 . 24 . 5 . 365 + 68 . 24 . 3 . 365
ad 7. 1 . 16 . 24 . 365 + 0·7 . 40 . 24 . 365
ad 10. 1 . 24 . 56 . 365

$= 24 \cdot 365 \{48 \cdot 5 + 68 \cdot 3 + 1 \cdot 16 + 0{\cdot}7 \cdot 40 + 1 \cdot 56\}$
$= 79424$ fl.

also im Ganzen . 316917 fl.
oder per Bahnmeile 31691 fl.

Annähernd erhält man auch dieses Resultat, wenn man die Anzahl der Fahrtenmeilen berechnet mit Rücksicht auf die Virtuallänge und diese mit den Kosten des Betriebs für eine Fahrtenmeile auf gerader horizontaler Bahn multiplicirt. Es sind diese letztern:

1) Lasten, Verwaltungskosten und Bahnaufsicht . . . . . 0·45 fl.
2) Allgemeine Betriebskosten und Kosten für den Fahr- und Expeditionsdienst als:

a) Reparatur und Abnutzung der Maschinen	1·5	
b) bto. der Wagen	1·0	
c) Brennmaterial	1·3	
d) Wasserversorgung	0·35	
e) Löhne für Führer, Heizer, Wagenwärter .	0·85	
f) Schmier- und Putzmaterial	0·13	
		5·13
3) Unterhaltung des Unter- und Oberbaus und der Hochbauten		1·40
		6·98 rund 7

Man hat also hier:

Anzahl der Fahrtenmeilen

$$2 \cdot 5 \cdot 365 \cdot 12 = 43800 \text{ F.-M.}$$

folglich die Betriebskosten

$$43800 \cdot 7 = 306600 \text{ Gulden jährlich.}$$

Achter Abſchnitt.

Vorarbeiten für den Bau und Erdarbeiten.

Vorarbeiten für den Bau und Erdarbeiten.

§. 40.

Vorarbeiten für den Bau.

a) Allgemeine Vorerhebungen; Vornivellement und vorläufige Tragirung.*)

Wenn die Endpunkte einer Eisenbahn bestimmt sind, so müssen technische Vorerhebungen gemacht werden, um die vortheilhafteste Richtung der Traçe vom technischen Standpunkte aus zu ermitteln.

Liegen beide Orte in einem und demselben Flußgebiete, so fallen weitere Vorerhebungen in den meisten Fällen weg und es kann unmittelbar mit dem Vornivellement begonnen werden. Eine Ausnahme findet nur in solchen Fällen statt, wo es zweifelhaft ist, ob man mit solchen Steigungen, die noch von einem der längsten Lastenzüge mit einer Locomotive befahren werden können, die Thalsohle verfolgen kann, in welchen Fällen es Aufgabe der Vorerhebungen sein wird, zu ermitteln, ob nicht vielleicht durch eine Entwicklung der Linie die gewünschte Steigung erzielt werden oder mit welcher Steigung im günstigsten Falle die Verbindung hergestellt werden kann.

Von besonderer Wichtigkeit werden die Vorerhebungen dann, wenn die beiden zu verbindenden Punkte durch eine oder mehrere wichtige Wasserscheiden getrennt sind. Die Lage solcher Wasserscheiden kann ebenfalls nach dem Laufe der Flüsse und Bäche aus jeder Landkarte entnommen werden, so daß sich schon durch den Anblick einer solchen Karte der beiläufige Umfang der vorzunehmenden Erhebungen ergibt. Dieselben haben sodann die Aufgabe, eine Reihe der vorzüglichsten Höhenpunkte zu ermitteln, welche in den Bereich fallen, wo möglicher Weise die Bahn geführt werden könnte, um daraus und mit Hülfe der aus der Karte gemessenen Entfernungen der einzelnen Höhenpunkte für jede mögliche Traçe ein Generalnivellement entwerfen zu können.

Eine genaue Recognoscirung des Terrains mit einem guten Höhenbarometer ist hierbei das vorzüglichste Mittel, und das Resultat derselben wird

---

*) Anleitung zum Traçiren der Eisenbahnen von J. Heider. Wien 1856.

für die Wahl der Linie vom rein technischen Standpunkte aus in den wesentlichen Fällen gesichert sein.

Die Resultate der Vorerhebungen ergeben zugleich die wichtigsten Anhaltspunkte zur Entwerfung eines Programms für die Bestimmung der Länge im Einzelnen. Durch sie wird die ganze Länge der Linie nach in bestimmte Abschnitte getheilt, welche sich hauptsächlich durch ihre Steigungsverhältnisse trennen.

Die erste Aufgabe wird daher nun sein, diese einzelnen Abschnitte der ganzen Bahnlinie mit einer zweckmäßigen Eintheilung der einzelnen Betriebsstrecken in Einklang zu bringen. Selbst bei Bahnen nämlich, die ihrer ganzen Länge nach gleiche Betriebsverhältnisse bieten sollen, wenn sie eine gewisse Länge überschreiten, wird es doch immer wünschenswerth sein, daß sowohl die Locomotive als das Zugbegleitungspersonal nicht in der ganzen Strecke verkehren, sondern sich in gewisse Betriebsstrecken vertheilen. Namentlich bei Bahnen, welche verschiedene Flußgebiete mit oft sehr verschiedenen Gefällsverhältnissen durchziehen, wird dieß zur nothwendigen Bedingung, indem zur Fortschaffung eines möglichst gleich langen und schweren Bahnzuges sehr verschiedene Locomotive nöthig sind. Diese Vertheilung in Betriebsstrecken ergibt sich daher sowohl durch die Eintheilung in Bahnstrecken mit möglichst gleichmäßigen Gefällsverhältnissen, als auch durch die Rücksicht für einen zweckmäßigen Dienst. Gleichzeitig wird es möglich sein, jetzt schon ein gewisses Maximum der Steigungen für jede einzelne Betriebsstrecke festzusetzen, um bei der Detailtraçirung von allen Vortheilen, welche durch verschiedene Anwendungen von Steigungen innerhalb dieses Maximums erzielt werden können, Gebrauch zu machen.

Die Festsetzung dieser Maximalsteigungen führt sodann zur Bestimmung der größten Länge und Belastung der einzelnen Bahnzüge, womit die Daten zur *Anlage und Einrichtung der Bahnhöfe* gegeben sind.

Aus der Maximalbelastung der Bahnzüge und der größten Steigung ergibt sich ferner für jede einzelne Betriebsstrecke das erforderliche Adhäsionsgewicht der Triebräder der Locomotive auf den Schienen, und hieraus die erforderliche Stärke der Oberbauconstructionen für diese einzelnen Abtheilungen.

Durch diese allgemeinen Vorerhebungen — Generaltraçirung — ergeben sich ferner alle Anhaltspunkte zu jenen Bestimmungen, welche zur Erzielung eines einheitlichen Systems in dem ganzen Bahnbauprojekte erforderlich sind. Hierher gehört die Bestimmung, ob in allen, oder in einzelnen Betriebsstrecken die Bahn für ein doppeltes oder einfaches Geleise hergestellt werden soll, an welchen Punkten Stationsplätze zu errichten sind, ob Wasserstationen oder einfache Aufnahmestationen, ob Locomotiv- und Wagenremisen, Waarenmagazine und von welchem Umfange, ob Reparaturwerkstätten und wo solche anzulegen sind, ob und wo Reservemaschinen stationirt werden sollen u. dgl. m.; ferner welche Krümmungshalbmesser angewendet werden dürfen, welche Opfer Vermeidung von Wegübersetzungen im gleichen Niveau zu bringen sind,

welche Dimensionen die Fahrbetriebsmittel erhalten sollen, und damit die Kronenbreite der Bahn und solche Objekte, welche über das Niveau der Bahn reichen, endlich die allgemeine Bestimmung der Construction der sonstigen Bauobjekte, Brücken 2c.

Es stellt sich durch die Generaltraçirung endlich auch weiter heraus, in welchen Abtheilungen bei der Detailtraçirung noch weitere Erhebungen vorzunehmen sind, z. B. ob die Bahn auf der rechten oder linken Seite eines Flusses zu führen ist, ob die Ueberschreitung einer Wasserscheide, eines Thals oder Flusses an einer oder der andern Stelle vortheilhafter ist u. dgl. m.

b) Aufnahme des vorliegenden Terrains zur Detailtraçirung der Bahn.

Ist die allgemeine Richtung der Bahn bestimmt, so schreitet man an die Detailtraçirung. Der Zweck derselben ist:

1) Die möglichst günstige Lage des Bahnkörpers auf dem Terrain auszumitteln, so daß er einerseits mit den geringsten Kosten, andererseits den Anforderungen des Betriebs entsprechend angelegt werden kann.

2) Alle diejenigen Erhebungen zu machen, welche eine möglichst genaue Berechnung der vorzunehmenden Arbeiten, sowie deren Kosten erfordern.

Die Detailtraçirung muß daher in folgende wesentlich verschiedene Operationen getrennt werden:

a) die eigentliche Aufnahme des Terrains mit Erhebung aller Lokalverhältnisse;
b) die Ausmittlung der vortheilhaftesten Lage der Bahnachse oder die Abfassung des Projects, insoferne es sich auf die vortheilhafteste Anpassung des Bahnkörpers an das Terrain bezieht;
c) die Absteckung des Projekts im eigentlichen Sinn des Worts mit gleichzeitiger genauer Aufnahme aller Längen- und Querprofile und anderer Daten, welche auf die Berechnung Bezug haben können;
d) die Berechnung der erforderlichen Arbeiten, sowohl dem Ausmaß als deren Kosten nach, oder die Verfassung des eigentlichen Projects.

Was nun die Aufnahme des vorliegenden Terrains und der Localverhältnisse im Allgemeinen betrifft, so ist zuerst eine genaue Recognoscirung der betreffenden Gegend nothwendig, d. h. eine genaue Besichtigung der Landschaft nach allen Richtungen, welche einen möglichst richtigen Abriß der geognostischen Verhältnisse und deren Einfluß auf den Bau sowohl in der Richtung allenfallsiger Gefahren durch Rutschungen u. dgl., als auch in Bezug auf die Gewinnung von Baumaterialien und Naturprodukten überhaupt abgeben kann. Dabei hat sich der Ingenieur möglichst an folgende charakteristische Merkmale zu halten: Zu diesen gehören vor allem die Art der Vegetation, Beschaffenheit des Bodens, Beobachtung der allgemeinen Art des Wachsthums der Pflanzen, Steinbrüche und tiefere Brunnen, Bergabstürze oder andere Stellen, wo die Gebirgsformationen durch die Natur entblößt oder durch Kunst sichtbar werden; Form, Größe und Gattung des etwa vorhandenen Fluß-

geschiebs, wegen der Entfernung, aus welcher es kommt, der zugehörigen Gebirgsart und der Geschwindigkeit der Strömung des Wassers bei Anschwellungen der Bäche und Flüsse, sowie etwaiger Andeutungen auf den Fundort von Bausteinen und Materialien anderer Art.

Nicht minder wichtig sind bei der Recognoscirung genaue Erkundigungen bei den Bewohnern der Gegend, namentlich über Hochwasserstände und Ausdehnung der Ueberschwemmungen, über Schneeverwehungen an einzelnen Stellen, über den Stand mancher Bäche zur Zeit der größten Dürre. Ferner sind dabei weitere Erhebungen über Material- und Arbeitspreise zu machen, wegen Aufstellung des Kostenanschlags. Dazu gehören auch die Erkundigungen über die Möglichkeit der Aufbringung einer großen Anzahl Arbeiter, ob solche in der Nähe zu finden sind oder aus großen Entfernungen zugezogen werden müssen, ob die Verpflegung und Unterbringung mit vielen Schwierigkeiten verbunden ist, wie die Lebensweise und Gewohnheiten derselben, denn alle diese Dinge influiren auf den Arbeitspreis und Taglohn.

Unmittelbar nach der Recognoscirung kann mit den eigentlich technischen Erhebungen angefangen werden; dieselben bestehen vor allem in einem Vornivellement, welches den Zweck hat, sowohl den richtigen Höhenunterschied der beiden Endpunkte als eine Reihe von Zwischenpunkten zu erhalten. Man wählt hierzu unveränderliche, leicht wieder zu findende Punkte, als Eckſteine, Markſteine, Fenstergewände, Felsenspitzen ꝛc. In dieses Nivellement kommen auch die Wasserstände von Flüssen und Bächen, Straßenhöhen, Schifffahrtskanäle, Mühlbäche, Wasserleitungen ꝛc. Gleichzeitig sind bei Schifffahrtskanälen und schiffbaren Flüssen die Verhältnisse der Schifffahrt, sowohl bezüglich der Frequenz als Dimensionen der Schiffe, bei welchen Wasserständen solche noch verkehren, ob Dampfschiffe bereits bestehen oder noch zu erwarten sind, zu erheben.

Das eigentliche Verfahren des Nivellirens wird als bekannt vorausgesetzt und nur bemerkt, daß sich hierzu das Nivellirinstrument von Stampfer, welches zugleich Distanzmesser ist, sehr gut eignet. Für die Längen genügt ein Maßstab 1 : 10000, für die Höhen 1 : 500.

Nach diesem Vornivellement wird ein Längenprofil der Bahn construirt, wozu entweder die gemessenen Längen benützt oder dieselben aus einer guten Situationskarte abgegriffen werden. Bei der Aufzeichnung des Längenprofils der Bahn kommen besonders solche Punkte in Betracht, wo vorzüglich geeignete Stellen zur Anlage von Bahnhöfen vorhanden sind, ferner wo Ueberbrückungen von Flüssen, Bächen, Thälern, Straßen, Kanälen, Mühlgerinne, Wasserleitungen ꝛc. vorkommen.

Durch das Längenprofil erhält man sogleich einen Ueberblick, welche Gefällsverhältnisse für die im Detail zu traçirende Strecke überhaupt möglich sind, und ob überhaupt das Nivellement so gelegt werden kann, daß das Maximum der Steigung nicht überschritten wird.

Es geht ferner aus diesem General-Längenprofil hervor, an welchen

Stellen die Anlage der Bahn ein besonderes Studium erfordert, ob das Nivellement überall beibehalten und die Richtung der Bahn geändert, oder umgekehrt das Nivellement dem Terrain angepaßt und die Richtung als maßgebend betrachtet werden soll.

Nur in den seltensten Fällen und in kurzen Strecken wird das Terrain so günstig sein, daß man ohne Weiteres die zu verbindenden Punkte in kürzestem Wege und mit den günstigsten Richtungsverhältnissen erreichen, das Nivellement aber unbedingt den Terrainverhältnissen anpassen, und damit eine ganz zweckmäßig traçirte Bahn erhalten kann. Es ist dieß nur dort der Fall, wo eine Bahn ganz ebene Gegenden durchzieht, und wo das Aufsuchen günstigerer Verhältnisse, als sie eben die gerade Linie bietet, zu weit von der geraden Richtung ablenken würde.

In jedem andern Falle müssen der Ausmittlung und Traçirung der Bahnachse noch weitere Erhebungen vorangehen und hiervon ist die nächste die geometrische Aufnahme des Terrains, soferne in dem Lande keine genügende Karten, topographische oder Kataster-Aufnahmen mit Höhenpunkten vorhanden sind.

Diese Aufnahme wird auf verschiedene Arten vorgenommen, die sich hauptsächlich nur in der, der einen oder andern Terrainformation mehr oder weniger anpassenden Methode unterscheiden, und deren vorzüglichstes Bestreben immer dahin gerichtet sein muß, den Umfang der Arbeiten auf das kleinste Maß des Nothwendigen zu beschränken. Sie hat hier nur den Zweck, die Richtungsverhältnisse der Bahn in's Klare zu bringen. In der Ebene ist diese Aufnahme einfach, weil die Richtung in der Regel bestimmt ist, dagegen in sehr flachem, sanft hügeligem Terrain, wie es namentlich auf Hochebenen und in sehr breiten Thälern angetroffen wird, erübrigt nichts anderes, als zuerst ein förmliches Flächennivellement vorzunehmen und die einzelnen Abhänge und Hügel mit Horizontalkurven darzustellen. Hiernach wird die Linie alsdann erst ausgemittelt und aufgenommen. Für Gebirgsbahnen entlängs steiler Bergwände und bei Entwicklung von Linien, wo mit dem Maximum der Steigung eine gewisse Höhe erreicht werden soll, ist das directe Traçiren mit einem guten Gefällmesser — Bussat'sche Gefällstock, Mayer's Patent-Gefällmesser u. a. m. — das beste. Hierdurch erhält man eine Reihe von Punkten, welche sehr nahe in der gewünschten Bahnhöhe liegen, und wenn deren Situation mit dem Meßtische aufgenommen wird, so ist es leicht, eine aus geraden und Kreislinien bestehende kontinuirliche Linie durch alle diese Punkte zu ziehen. Nur ist es nöthig, bei dieser Operation des Traçirens ein etwas schwächeres Gefälle als das Maximum in das Instrument zu nehmen, weil sich die abgesteckte Linie gewöhnlich durch das Alignement verkürzt. Der Maßstab für die Aufnahme kann 1:2500 sein, wie Taf. VIII^a, Fig. 1, zeigt. Für die Ausmittlung der günstigsten Lage der Bahnachse genügt es aber nicht, eine Reihe von Terrainpunkten zu besitzen, welche nahezu im Niveau der Bahn liegen, sondern es müssen auch noch Quer-

profile aufgenommen werden und zwar an allen Punkten, wo sich das Terrain bedeutend verändert. Der Maßstab der Querprofile ist 1 : 100.

Nach der Aufnahme der Querprofile sind schließlich noch Erhebungen zu machen über die Einheitspreise und die Orte, wo Durchlässe für fließende Wasser, Bäche u. dgl., Brücken und andere ähnliche Objekte zu errichten sind, und welche Bahnhöhe über dem natürlichen Terrain hierfür erforderlich sein wird, ferner über die Frequenz auf allen Straßen, welche durch den Bahnbau berührt werden können.

Ferner ist es nöthig, eine umfassende Sondirung des Bodens durch Einschnitte, Probegruben und Bohrlöcher vorzunehmen und für die Gründungen von Pfeiler und Widerlager der Brücken, die Beschaffenheit des Baugrundes durch Einrammen von Probepfählen oder mit dem Bohrer zu untersuchen. Der Erfund der Untersuchung ist genau aufzunehmen und zusammenzutragen.

Ein weiterer Gegenstand der Untersuchungen ist die Wahl geeigneter Plätze für die Ablagerung überflüssiger Einschnittsmassen und für die Gewinnung der nicht aus den Einschnitten zu bestreitenden Ausfüllungsmassen.

c) Ausmittlung der vortheilhaftesten Lage der Bahnachse.

Nach diesen allgemeinen Vorarbeiten ist es nun eine weitere Aufgabe des Ingenieurs, die Trace im Einzelnen so lange hin- und herzurücken, bis die Bau- und Betriebskosten ein Minimum werden. Es sind daher alle Vor- und Nachtheile, welche sich bei verschiedenen möglichen Lagen der Bahnachse ergeben, genau abzuwiegen, bis zu der Gränze, von wo nach beiden Richtungen hin die Vortheile in größerem Verhältnisse abnehmen, als die Nachtheile.

In der Lösung dieser Aufgabe concentrirt sich die ganze Schwierigkeit des Tracirens der Eisenbahnen im heutigen Sinne des Wortes, es sollen daher in dem Folgenden die vorzüglichsten Grundsätze, welche zu einer rationellen Lösung führen können, besprochen werden.

Aus der im Früheren angedeuteten Art der Erhebungen geht hervor, daß dieselben vorzüglich den Zweck haben, auszumitteln zu können, wie hoch sich die Baukosten der Bahn für die Längeneinheit belaufen, wenn die Achse derselben an diese oder jene Stelle zu liegen kommt. Es ist sodann auch möglich, eine Reihe von Punkten anzugeben, wo diese Baukosten ein Minimum erreichen, und dies war die erste Aufgabe des Ingenieurs.

[illegible] gerade nicht blos die Ausmittlung der [illegible] Quantitäten, sondern in der meisten Fällen müssen auch die Kosten der Arbeiten berechnet werden können, denn man kann z. B. durch Verlegen der Bahnachse gegen den Berg zu eine Steigung ersparen, es muß sich aber fragen, ob dadurch die Erdarbeiten nicht mehr kosten als die Steigung. Dann ist zusammenzufassen, was die Bahnachse kosten muß, damit die Gesammtkosten für Steigung und Erdarbeiten ein Minimum sind.

Ehe es sich um die Frage ist, wo eine Straße [illegible] soll, oder [illegible] Erhebungen bestehen soll, ob über eine Senkung

des Terrains ein Erddamm oder ein Viadukt geführt, ob ein offener Einschnitt oder ein Tunnel hergestellt werden soll, und wo auch hier die Gränze für die Anwendung des einen oder andern liegt, eine rein ökonomische, zu deren Lösung die Preise aller Arbeiten bekannt sein müssen.

Ebenso muß ferner die Lage und Größe der absolut nöthigen Bauobjecte, namentlich der Wasserdurchlässe, Durch- oder Ueberfahrten, Brücken ꝛc., Wegübergänge im gleichen Niveau mit der Straße ermittelt sein. Es muß besonders bei den letztern durch Berechnung der Kosten, welche die Vermeidung einer Wegübersetzung im gleichen Niveau verursachen würde, ermittelt werden, ob das hierfür angenommene Maximum der zulässigen Mehrkosten überschritten wird oder nicht, und muß festgesetzt werden, wo Wegübergänge im gleichen Niveau mit der Straße absolut nöthig sind und wo die Bahn über oder unter der Straße durch soll.

Vorher eine Bahnachse definitiv traçiren, ist ganz verfehlt.

Hat man endlich eine den Anforderungen der Billigkeit und Zweckmäßigkeit des Baues Genüge leistende Reihe von Punkten der Bahnachse ermittelt, so unterliegt es keiner Schwierigkeit, eine kontinuirliche aus Geraden und Kreisbogen zusammengesetzte Linie durch alle diese Punkte zu ziehen.

Dieselbe muß aber nicht nur für den Bau, sondern auch für den Betrieb passend sein. Es dürfen nicht zu große Ablenkungen von der Hauptrichtung und nicht zu kleine Krümmungshalbmesser vorkommen. Wo dieß der Fall ist, sind weitere Studien zu machen, namentlich wenn die Betriebsrücksichten eine bedeutende Abweichung von der ausgemittelten Linie nöthig machen. Folgendes Verfahren kann hier empfohlen werden.

Auf Grund der vorliegenden Erhebungen sucht man sich beiderseits der bereits ausgemittelten für den Bau vortheilhaftesten Lage der Bahnachse eine Reihe von Punkten auf, welche die Eigenschaft haben, daß der Bau der Bahn, wenn die Bahnachse bis dorthin verlegt wird, auf jede Längeneinheit um einen gewissen, immer gleichbleibenden Geldbetrag mehr kostet, als in der ursprünglichen Linie.

Man erhält auf diese Art eine Zone, welche es durch ihre größere oder geringere Breite auf den ersten Blick ersichtlich macht, wo eine Verrückung der Bahnachse von größerem oder kleinerem Einflusse auf die Baukosten zulässig ist, und es ist sodann weit leichter, die durch die Betriebsrücksichten nothwendig gewordenen Aenderungen der ausgemittelten Linie so vorzunehmen, daß die Mehrkosten ihr Minimum erreichen, und die vermittelte Linie der gestellten Aufgabe vollkommen entspricht.

Der für die Ausmittlung dieser Zonen von Fall zu Fall anzunehmende Mehrkostenbetrag hängt natürlich von den Lokalverhältnissen ab, und sollte immer so gewählt werden, daß die Zone innerhalb der Grenzen der praktischen Zulässigkeit der Bahnführung so breit als möglich ausfällt.

Die durch diese Anpassung der Linie an die Forderungen des Betriebs entstehenden Mehrarbeiten können aber oft sehr bedeutend sein und lassen

nicht selten durch zweckmäßige Benützung der Verhältnisse weitere Verbesserungen in den sich anschließenden Richtungsverhältnissen der Linie zu. Ist z. B. an einer Stelle eine bedeutende Abgrabung, ein Einschnitt, Tunnel u. dgl. unvermeidlich, so kann oft mit wenig Mehrkosten vor oder nach dieser Stelle eine höhere Aufdämmung aus dem erzeugten Abtrage hergestellt, und mittelst derselben eine Einsattlung, die sonst aus ökonomischen Rücksichten umgangen werden müßte, in gerader Richtung überschritten werden.

Außer den beiden wichtigsten Elementen bei Ausmittlung der Bahnachse, den ökonomischen Verhältnissen des Bahnbaues und den Richtungsverhältnissen, wird aber der Ingenieur noch weiteren Rücksichten für den Betrieb Rechnung zu tragen haben. Er wird jetzt schon eine zweckmäßige Vertheilung der Stationen und Wächterhäuschen vornehmen, und zwar mit Rücksicht auf die vorhandenen Wegübergänge im gleichen Niveau.

Ist in dieser Weise eine den gestellten Anforderungen entsprechende Bahnachse ausgemittelt, so kann deren genaue Länge, mithin auch das wirkliche Steigungsverhältniß ermittelt werden. Man nimmt hierbei am besten wieder diejenigen Stellen als in Bezug auf Bahnhöhe maßgebend an, welche bei dem ersten approximativen Längenprofil als solche angenommen, und wornach die vortheilhafteste Lage der Bahnachse ausgemittelt wurde, und vertheilt die zu ersteigenden Höhen auf die jetzt gefundenen wirklichen Längen.

Die Bahnhöhe wird jetzt in den einzelnen Punkten nicht mehr genau dieselbe sein, wofür eben die vortheilhafteste Lage des Bahnkörpers ausgemittelt wurde. Indessen werden, da sich die Unterschiede in der wirklichen Länge und der früher angenommenen meist auf die ganze Länge ziemlich gleichmäßig vertheilen, auch die Unterschiede in den Bahnhöhen der einzelnen Punkte fast nie so groß sein, daß dadurch die Lage der Bahn als nicht mehr zweckmäßig erscheinen sollte.

Hiermit ist nun das eigentliche Project der Bahnachse rationell ausgearbeitet und zur Absteckung oder Traçirung vorbereitet.

Jetzt ist auch schon eine, je nach der Genauigkeit der Vorerhebungen mehr oder weniger richtige Berechnung der Anlagekosten möglich, und hiermit ein Mittel gegeben, mehrere Bahnlinien, auf welche die bisherigen Operationen ausgedehnt wurden, zu vergleichen und darunter eine Wahl zu treffen.

d) Absteckung der ermittelten Bahnachse und Aufnahme der übrigen Details.

Zum Behufe der Absteckung der ausgemittelten Bahnachse wird dieselbe für's Erste als Polygon betrachtet, und auf die Bahnkrümmungen keine Rücksicht genommen; es werden die Winkelpunkte mit hohen Stangen bezeichnet. Da diese Stangen bei dem Aufstellen des Winkelinstruments weggenommen werden müssen, so ist es zur Erhaltung des Punktes zweckmäßig, daß kleine Kästchen aus Brettern zusammengenagelt, $1^1/_2$ bis $2'$ hoch angefertigt werden, welche gerade so lang und breit sind, daß die etwas zugehauene Signalstange hineinpaßt. Diese Kästchen werden ganz in den Boden eingegraben.

Nicht selten kommt es vor, daß solche Punkte an ganz unzugängliche Stellen, z. B. in ein Fluß- oder Bachbett, einen Sumpf oder Teich, in die Mitte einer Straße, eines Hauses 2c. zu liegen kommen. Es erübrigt in solchen Fällen nichts anderes, als mittelst Hülfslinien die gesuchten Größen trigonometrisch zu bestimmen, indem man sich entweder beiderseits von dem Winkelpunkte P in Fig. 3, Taf. VIII[a] die Punkte A und B in den geraden Linien aussteckt, und sodann in dem Dreieck APB die Länge der Linie AB, sowie die anliegenden Winkel mißt, und daraus die Länge der Linien AP und BP, sowie den Winkel APB berechnet, oder indem man sich die beiden Geraden über den Winkelpunkt hinaus verlängert denkt, in denselben zwei Punkte C und D annimmt, die Gerade CD, sowie die anliegenden Winkel in dem Dreieck CPD mißt und hiermit die Seiten CP und DP, sowie den Winkel CPD berechnet.

Das erste Geschäft nach Aufstellung der Winkelpunkte ist nun die Messung der Winkel selbst, womit man gleichzeitig die Absteckung von Bogenanfang, Bogenende und Bogenmitte, sowie möglicherweise auch noch anderer Bogenpunkte verbindet. Die Ergänzung des erhobenen Winkels am Winkelpunkte zu 180° gibt den Mittelpunktswinkel des Bogens. Bezeichnet man diesen mit α und den Krümmungshalbmesser mit R, so hat man die Tangentenlänge

$$R \tang \tfrac{1}{2} \alpha.$$

Aus der weiteren Formel: Scheitelabstand = R (sec $\frac{1}{2} \alpha - 1$) ergibt sich der Abstand der Bogenmitte vom Winkelpunkt radial gemessen. Zu diesem Zwecke wird der am Winkelpunkt gemessene Winkel halbirt und das Instrument auf den halben Winkel eingestellt. So erhält man 3 Bogenpunkte, von deren genauer Ausmittlung die Richtigkeit der späteren Absteckung des Bogens selbst wesentlich bedingt ist.

Bei sehr langen Bogen und großen Krümmungshalbmessern ist zur leichteren Absteckung noch das folgende Verfahren zu empfehlen.

Man berechnet nämlich nach der Formel: Halbe Tangente = R tang $\frac{1}{4} \alpha$ die Länge der Tangente für den Winkel $\frac{1}{4} \alpha$, welche man, wenn auch fälschlich, doch der Kürze wegen halbe Tangente nennt.

Diese Länge wird von der ganzen Tangentenlänge abgezogen und so der mit tang $\frac{1}{2}$ bezeichnete Punkt Fig. 4, Taf. VIII[a], gleichzeitig mit der Einmessung der Punkte A und B von P weg nach beiden Richtungen ebenfalls eingemessen. Ist alles richtig abgesteckt, so fallen die beiden Punkte tang $\frac{1}{2}$ und S in eine gerade Linie.

Betrachtet man nun die beiden Punkte tang $\frac{1}{2}$ als Winkelpunkte, so kann man die Bogenpunkte $\frac{1}{2}$ S berechnen und abstecken, und erhält so 5 Punkte des Bogens.

Zu dem Abstecken der Bogenzwischenpunkte hat man sehr verschiedene Methoden und Vorschriften. Am besten ist die Methode mit dem Winkelinstrument, welche sich auch auf den Satz stützt, daß der Winkel, welchen die

Tangente mit der Sehne einer Kreislinie einschließt, dem halben, der Sehne entsprechenden Mittelpunktswinkel gleich ist. (Allgem. Baukunde §. 168).

Ist C, Fig. 5, der Mittelpunkt des Kreises A c d e und A b die Tangente zu dem Punkt A, so ist wenn $\sphericalangle$ b A c $= \alpha$ und $\sphericalangle$ A C c $= \beta$, ferner A c $=$ R und A c $=$ s; der Winkel $\alpha = {}^1/_2\ \beta$, ferner da die Sehne $s = 2\ R \sin {}^1/_2\ \beta$ auch $s = 2\ R \sin \alpha$, daher

$$\sin \alpha = \frac{s}{2R};$$

nimmt man ferner die Sehnen c d, d e ꝛc. $=$ A c an, so sind auch sämmtliche zugehörige Mittelpunktswinkel immer gleich, mithin auch die Winkel b A c $=$ c A d $=$ d A e ꝛc. $= \alpha$ und dieses Gesetz gibt ein sehr bequemes und genaues Mittel zur Absteckung der einzelnen Bogenpunkte an die Hand.

Die Distanz der einzelnen Bogenpunkte nimmt man an und zwar bei kleineren Halbmessern nie größer als ${}^1/_{30}$ derselben. Die Bezeichnung der einzelnen Bogenpunkte geschieht mit 3 Fuß langen Pflöcken.

Ist nun die Bahnachse durchaus in der angegebenen Art traçirt, so kommen nun diejenigen Vermessungen, welche zur näheren Berechnung der erforderlichen Arbeiten für den Bahnkörper nothwendig sind. Hierher gehört vor Allem die sogenannte Stationirung. Es ist dieß eine genaue Messung der Länge der Bahnachse, womit man folgende Zwecke verbindet:

1) Die Eintheilung des ganzen Bahnkörpers in gewisse gleich lange und ihrer Reihenfolge nach numerirte Strecken, sogenannte Stationen, was zur späteren Orientirung über die Lage einzelner Objecte, Arbeiten u. dgl. unbedingt nöthig ist. Diese Stationen sollen nicht zu kurz und auch nicht zu lang sein, etwa 30 Meter oder 100 Fuß.
2) Wird bei dieser Gelegenheit die genaue Lage aller früher in der Bahnachse abgesteckten Punkte, sowie aller Wege, Straßen, Kanäle und anderer Objecte, welche die Bahnachse durchschneiden, eingemessen; endlich
3) werden diejenigen Punkte ausgesteckt und eingemessen, wo zur Berechnung des Kubikinhalts der Erd- und Felsbewegungen die Erhebung von Querprofilen erforderlich ist.

Diese Querprofilspunkte werden zweckmäßig durch eigens geformte Pflöcke und innerhalb einer jeden Station nach dem Alphabete mit Buchstaben bezeichnet.

Sobald nun die Bahnachse auf diese Art vollkommen ausgesteckt ist, und alle nöthigen Punkte bezeichnet sind, kann das sog. Detail-Nivellement vorgenommen werden. Dasselbe braucht sich strenge genommen nur auf die Querprofilspunkte zu beschränken, indessen nimmt man, um ein vollständiges Bild im Längenprofil zu erhalten, meist auch andere bezeichnende Punkte in das Nivellement auf. Es wird zu diesem Zwecke am Fuße eines jeden zu nivellirenden Pflockes ein kleines Niveaupflöckchen vollkommen eingeschlagen darauf die Nivellirlatte gestellt. Gleichzeitig bindet man das Nivellement

zur Controle an alle schon früher bestimmte Fixpunkte an, und schaltet in der Nähe der vorkommenden Bauobjecte als Anhaltspunkte für deren spätere Ausführung neue Fixpunkte ein. Der Maßstab der Längen ist 1 : 5000, der Höhen 1 : 250. Man schreitet nach diesen an die Aufnahme der Querprofile, was in ebenem Terrain mit Hülfe des Nivellirinstruments, an steileren Berglehnen mit der Meßlatte und Bleiwaage geschieht.

Schließlich hat man in Ländern, wo noch keine Parzellenaufnahme vorliegt, zur Erhebung der einzelnen für den Bahnbau in Anspruch genommenen Grundflächen, auch noch diese Parzellenaufnahme mittelst des Meßtisches oder der Kreuzscheibe im Anschlusse an die Polygonaufnahme der Traçe zu machen, wobei rücksichtlich der Ermittlung der Gränzen, sowie überhaupt des ganzen Geschäftes gerade so vorzugehen ist, wie es bei den Katasteraufnahmen üblich ist. Die Breite der Aufnahme wird man immer so weit ausdehnen, daß jede nicht gar zu große Parzelle, wovon ein Theil in Anspruch genommen werden muß, in ihrem ganzen Umfange ersichtlich wird, weil oft bei den Entschädigungsansprüchen auch eine Entwerthung der übrig bleibenden Theile, namentlich wenn sie getheilt worden, berücksichtigt werden muß. Ebenso sollen alle Bauobjecte, namentlich aber Wohn- und Wirthschaftsgebäude, wenn sie nicht weiter als 60 Mtr. von der Bahnachse entfernt liegen, in die Aufnahme einbezogen werden. Ferner kommen in die Aufnahme: alle Straßen, Bäche, Wasserrinnen, Brücken, Durchlässe, Gebäude, Mauern, Marksteine, Gränzen der Markungen und sonstiger Güter 2c.

Das technische Verfahren bei derartigen Aufnahmen wird als bekannt vorausgesetzt. Der Maßstab ist 1 : 1000.

In die so vorbereiteten Pläne wird sofort nach den Längen- und Querprofilen die Achse und die Kronenbreite der Bahn, die für Gräben, Böschungen, Feldwege, Uebergänge und andere Zwecke erforderliche Grundfläche, mit möglichster Genauigkeit eingetragen. Taf. VIII.*, Fig. 2. Die Gränzen des für die Bahnanlage nöthigen Terrains sollen aus geraden Linien bestehen, damit der Flächeninhalt des ermittelten Bedarfs an Grundfläche genau berechnet werden kann. Die zu erwerbenden Güterparzellen werden mit fortlaufenden Ordnungsnummern bezeichnet. Der Flächeninhalt aller Parzellen wird genau berechnet und in ein Buch eingetragen.

Nach Vollendung des Baues werden alle diejenigen Grundflächen, welche Eigenthum der Bahnverwaltung bleiben, mit Marksteinen bezeichnet.

e) Absteckung der Geleisachse mit Rücksicht auf die Verbindung der geraden mit den gekrümmten Bahnstrecken*).

Nach der Erfahrung erleidet die stetige Bewegung der in der freien Bahn vorkommenden Züge an den Uebergangspunkten der geraden und gekrümmten Bahnstrecken Störungen und Unregelmäßigkeiten. Die Ursache liegt darin,

*) Instruction für die östr. Südbahn von Herrn Director W. Pressel in Wien.

Vor Allem ist es nothwendig, bei der großen Masse von Plänen ein gleiches Format im Papier zu nehmen.

Ebenso nothwendig ist es für die einzelnen Entwürfe und Zeichnungen, je nach ihrer Bestimmung gleiche Maßstäbe anzunehmen.

Weit wichtiger als diese Formalitäten tritt aber bei Verfassung eines solchen Projects ein bestimmtes, streng durchgeführtes System vom technischen Standpunkt hervor. Der Ingenieur, welchem die Oberleitung übertragen ist, sollte daher immer vor Beginn der Ausarbeitung der Projecte, Normalpläne und Formeln aufstellen, wornach die Formen und Dimensionen der verschiedenen Theile der Kunstbauten entnommen werden können.

Die Hochbauten, in der Regel die einzigen Bauwerke an Eisenbahnen, welche den Blicken des Publikums ausgesetzt sind, sollten auch in architectonischer und decorativer Beziehung einer größeren Aufmerksamkeit gewürdigt werden, als die übrigen Bauten, deren größte Schönheit in ihrer richtigen Construction liegt.

Ueber die Kosten der Traçirung und Vorerhebung ausgeführter Bahnen gibt W. v. Reden*) folgende Zusammenstellung:

Nr.	Benennung der Bahn.	Länge in Meilen (deutsche.)	Gesammtkosten, bad. Gulden.	Kosten für 1 Meile, bad. Gulden.
1	Kaiser Ferdinand Nordbahn . . .	61	152614	2500
2	Wien-Glocknitzer Bahn	33 3/4	110883	3284
3	Berlin-Anhalt Bahn	20 1/8	28971	1438
4	Magdeburg-Halberstadt Bahn . . .	7·8	20852	2800
5	Breslau-Schweidnitz Bahn	8 5/8	13390	1551
6	Berlin-Stettiner Bahn	17·84	37536	2102
7	Rheinische Bahn	11·59	18526	1603
8	Bonn-Kölner Bahn	3·9	9504	2436
9	Mannheim-Kölner Bahn	37·8	71409	1888
10	Sächsisch-Bayerische Bahn	9	30457	3384
11	Sächsisch-Schlesische Bahn	13·8	35882	2599
12	Löbau-Zittauer Bahn	4·5	13250	2943
13	München-Augsburg	18	29440	1635
14	Mannheim-Haltingen	31·6	71621	2270
	Durchschnitt pro Meile =		2314 Gulden bad.	

*) Statistisch geschichtliche Darstellung ꝛc. von W. v. Reden, Berlin 1843–46.

§. 41.

Die Spurweite.

Was die Spurweite einer Eisenbahn betrifft, so versteht man darunter die Entfernung zwischen den beiden inneren Kanten der Bahnschienen. Die erste Anwendung der Eisenbahnen in den Kohlendistricten Englands, wo der Raum sehr beengt und nur eine beschränkte Benutzung dieser Bahnen gestattet war, machte es nothwendig, die zu transportirenden Lasten jeweils in möglichst kleine Theile zu vertheilen. Hieraus entstand eine kleine dem erwähnten Zwecke aber entsprechende Form der Wagen und aus Allem endlich eine Spurweite für die Bahnen von 3·5 Fuß engl.

Mit Einführung der Dampfwagen als Zugkraft zum Transport der Personen und Waaren auf Eisenbahnen mußte sich natürlich der ganze Bau der Bahnen nach denselben richten.

Die von Stephenson in England zuerst erbauten brauchbaren Locomotiven beschränkten sich auf eine Spurweite von 4 Fuß 8½ Zoll oder 56½ Zoll engl., welches auch die gewöhnliche Spurweite der Landstraßen-Fuhrwerke war.

Nach dieser von Stephenson beliebig angenommenen Spurweite wurden zuerst die Stokton-Darlington Bahn, sodann die Manchester-Liverpool Bahn angelegt, und es wurden dieselben in Beziehung auf die Spurweite bei den spätern Eisenbahnen nachgeahmt, zumal da Stephenson damals die einzige Autorität im Locomotivbau war, seine Einrichtungen für das einmal angenommene Maß der Spurweite getroffen hatte und daher nur ungerne Aenderungen annahm, da auch die Manchester-Liverpool Bahn unerwartet glänzende Resultate lieferte.

Der natürliche Wunsch deutscher Eisenbahngesellschaften, die Erfahrungen Englands in der Construction der Eisenbahnen zu benützen und kein besonderes Lehrgeld zahlen zu müssen, war wohl die Hauptveranlassung, daß man anfänglich die englischen Eisenbahnen in allen ihren Theilen, um ja sicher zu gehen, ängstlich kopirte, und so auch die Spurweite von 56½″ annahm.

Nur bei einzelnen Bahnen Englands, welche später erbaut wurden, sowie bei den Eisenbahnen in Holland, Rußland, Irland und in Deutschland bei der badischen Bahn erkannte man den Werth einer größeren Spurweite und nahm für dieselbe theils 7′, theils 6′ und theils 5′ 3″ nach dem Rathe ausgezeichneter englischer Ingenieure an.

Selbst G. Stephenson überzeugte sich später, als schon viele Bahnen mit der engen Spur ausgeführt waren, daß es besser gewesen wäre, wenn man früher eine etwas größere Spurweite angenommen hätte, und erklärte mehrfach, daß bei der ersten Einführung von Eisenbahnen in einem größeren Lande eine Spurweite von 5′ engl. als räthlich anzunehmen sei, um mehr Raum für die Construction der einzelnen Maschinentheile zu gewinnen; er führte selbst die Eisenbahn von Manchester nach Leeds mit einer Spurweite von 5′ engl. aus.

In Amerika hat man, mit Ausnahme von einigen Bahnen, ebenfalls die schmale Spur von 56½ Zoll angenommen, weil man früher alle Locomotiven aus England beziehen mußte und gleichsam nach diesen die Spurweite für die Bahnen bestimmte.

Die später in Amerika entstandenen Maschinenfabriken erkannten allerdings zwar den Nachtheil eines schmalen Geleises an, waren jedoch bei den vielen schon bestehenden Bahnen, wegen des Anschlusses der neuen an diese, genöthigt, dieselbe Spurweite anzunehmen.

Die New-Orleans Bahn für sich bestehend und circa 560 engl. Meilen lang, hat die Spurweite von 6 Fuß gewählt.

Die Gründe nun, welche eine größere Spurweite als die von 56½ Zoll wünschenswerth machten, sind folgende:

1) Die Räder der Locomotiven und Wagen können größer gemacht werden, ohne daß deßhalb ein Mißverhältniß zwischen dem rechtwinklichen Abstand der Räder und der Höhe des Schwerpunkts der bewegten Masse eintritt; hierdurch wird natürlich die Bewegung der ganzen Züge leichter, sicherer und sanfter, Bahn und Wagen nutzen sich weniger ab.

2) Die durch den Dampf in Bewegung gesetzten Maschinentheile können, selbst wenn die Cylinder innerhalb den Rädern liegen, wegen des für sie noch disponiblen Raumes vollkommen kräftig construirt werden; nicht so verhält es sich bei der engen Spur, hier sind die Theile zu schwach, um bei der, durch die kleinern Durchmesser der Triebräder bedingten schnellen Bewegung lange die nöthige Festigkeit zu behalten. Die Schnelligkeit der Fahrt darf daher eine gewisse Gränze nicht überschreiten. Erst als man auf den Gedanken kam, die Cylinder, welche früher ausschließlich zwischen den Rädern angebracht waren, außerhalb dieselben zu verlegen, gewann man so viel Raum, daß selbst für die enge Spur hinreichend kräftige und Sicherheit gewährende Verhältnisse construirt werden konnten und das Bedürfniß einer größern Spurweite überdieß nicht mehr so fühlbar war wie früher, indem die Schnelligkeit der Fahrt durch Anwendung nicht über eine gewisse Gränze hinaus gesteigert werden. In der Schnelligkeit der Fahrt [illegible] und für den Stoß [illegible] wurden [illegible] wurde man den Triebrädern einen großen Durchmesser gab.

3) Die Dampfkessel [illegible] größer gemacht werden, als bei der engen Spur; die Höhe der engen Spur entsprechen zwar den Anforderungen, welche an Zeit an die Dampfkessel gestellt zu werden pflegen, allein eine weitere Vergrößerung der Kessel [illegible] hätte zu Unzuträglichkeiten [illegible] ohne Verminderung der Stabilität [illegible] und größere Schnelligkeit [illegible] werden können.

4) [illegible] in Kurven an den Stellen [illegible] werden können.

Diese unverkennbar wesentlichen Vortheile größerer Spurweiten sind leider beim Beginn des Eisenbahnbaues in Deutschland allzu wenig erwogen worden, man hat blindlings das einmal Bestandene und Erprobtgemeinte angenommen, und sich gescheut, irgend etwas daran zu ändern. Die badische Eisenbahn, im Jahr 1839 begonnen, war eine der ersten Bahnen in Deutschland, und es hätte damals noch die für sie angenommene und von den ausgezeichnetsten Ingenieuren Englands empfohlene Spurweite von 5′ 3″ bad. oder nahe 1·6 Mtr. die allgemein deutsche werden können, wenn die deutschen Staaten sich hierüber vereinbart hätten. Jetzt, wo alle Bahnen Deutschlands die gleiche Spur von 56½ engl. Zoll oder 1·436 Mtr. haben, bleibt nichts übrig, als eben für eine neue Bahn dieselbe Spurweite zu nehmen, und die Bahnen, welche größere Spurweiten haben, wieder umzubauen, damit sie in das Netz der deutschen Eisenbahnen passen. Nur den sehr erheblichen Fortschritten in dem Bau der Locomotiven ist es zuzuschreiben, daß auch die enge Spurweite den Anforderungen, welche gegenwärtig an eine Eisenbahn gestellt werden, genügt.

Wenn übrigens eine etwas größere Spurweite als die allgemein übliche im Allgemeinen aus Rücksichten für den Betrieb und die Unterhaltung der Bahnen zweckmäßig gewesen wäre, so darf nicht angenommen werden, daß eine Spurweite von 7′ engl., wie sie Brunel bei der Great-Western Bahn annahm, noch zweckmäßiger wäre, denn diese hätte den sehr erheblichen Nachtheil, daß die Reibung an den Spurkränzen und das Schleifen der Räder in den Kurven sehr bedeutend würde, wenn sie nicht durchgehends große Halbmesser hätten; überdieß müßte man die Breite der Bahnkrone bei einer weitspurigen Bahn mit 2 Geleisen um circa 4 engl. Fuß größer als bei den engspurigen Bahnen annehmen, wodurch also die Kosten der Erdarbeiten, Brücken und des Oberbaues verhältnißmäßig wachsen. Ebenso erfordern die Drehscheiben, die Bahnhofshallen, Werkstätten, Locomotiv- und Wagenschuppen größere Weiten und verursachen daher einen größeren Kostenaufwand.

Für die Folge wird also die Spurweite stets 4·785′ bad. oder 1·436 Mtr. und folglich die Entfernung der Schienenmitten zu 4·985′ bad. oder 1·495 Mtr. angenommen. §. 69 (6).

Größere Spurweiten haben nur noch 4 Länder in Europa: Spanien und Portugal 1·68 Mtr., Rußland 1·525 Mtr. und Irland 1·60 Mtr. Die außereuropäischen Länder zeigen hinsichtlich der Spurweite noch große Verschiedenheiten. In Amerika ist das Maß 1·436 M. vorherrschend, es kommen aber auch noch Spuren vor bis zu 1·83 Mtr. In Ostindien und Chili finden sich Spuren von 1·68, in Brasilien und Australien 1·60 Mtr.

Kleinere Spurweiten als die gewöhnliche von 1·436 Mtr. kommen in Deutschland nur bei Arbeits- und Transportbahnen vor, sie variiren zwischen 0·75 und 1·25 Mtr. Die Industrie- und secundären Bahnen haben in der Regel die breite Spur. Nur in Ländern mit wenig entwickeltem Verkehr,

wie z. B. in Norwegen und Schweden oder auch in Australien, hat man secundäre Bahnen mit 3′ 6″ und 4′ engl. oder 1·06 und 1·216 Mtr. gebaut, weil breitspurige Bahnen zu kostspielig gewesen wären; ferner kommt die schmale Spur zuweilen bei isolirten Bahnen vor, äußerst selten aber bei Anschlußbahnen.

Im Allgemeinen verdient die breite Spur bei Hauptbahnen in Ländern, wo ein entwickelter Verkehr besteht, unter allen Umständen den Vorzug; sie wird auch in den meisten Fällen bei den Seiten- und secundären Bahnen wegen des Uebergangs der Wagen vorzuziehen sein.

Nur für isolirte Bahnen und solche in Ländern mit wenig Bevölkerung mag sich die schmale Spurweite von 1 Meter in den Fällen empfehlen, wo das Baucapital für eine breitspurige Bahn nicht aufzubringen ist oder wo man überhaupt nur provisorisch bauen will.

§. 42.

Erdarbeiten.

Wenn die Vorarbeiten für den Bau einer Bahn beendigt sind, so schreitet man an die Profilirung des Erdkörpers, und hierauf an die Ausführung der **Erdarbeiten**.

Die Erdarbeiten bestehen in der Ausgleichung der Terrainoberfläche nach der Richtung der Bahntrace und nach dem projectirten Längenprofil, und zerfallen daher in **Auffüllungen** und **Abgrabungen**.

Wenn gleichwohl die zweckmäßigsten Neigungs- und Alignementsverhältnisse zwischen zwei Punkten für den vorliegenden Verkehr und den örtlichen Verhältnissen entsprechend nach den im Vorhergehenden gegebenen Grundsätzen festgestellt sind, so bleiben doch gerade bei der definitiven Festlegung des Längenprofils hinsichtlich der Erdarbeiten und Kunstbauten noch manche Punkte zu berücksichtigen, als hauptsächlich, daß die Ab- und Auftragsmassen sich möglichst ausgleichen, daß übrige Abträge nicht an solchen Orten vorkommen, wo sie nicht auch abgelagert werden können, daß die Transportweiten nicht zu groß ausfallen, daß das Niveau der Bahn bei allen Kreuzungen mit Wegen, Flüssen und Bächen u. s. auch mit Rücksicht auf die Art und Construction der Uebergänge den localen Verhältnissen entsprechend angeordnet sei, und daß im Allgemeinen die Erd- und Felsarbeiten an wenigsten Stellen vorkommen.

Eine Ausgleichung der Erdmassen wird nicht immer, ja nur selten, zu erreichen sein, und man wird daher überflüssige Massen auf nahe liegende geeignete Plätze ablagern, wenn im entgegengesetzten Falle, wenn die Abträge nicht ausreichen, das fehlende Material aus benachbarten Gegenden beschafft werden muß.

Nicht selten ist auch der Fall, daß die Transportweiten zu groß sind, daß es sich wegen zu bedeutenden Transportkosten empfiehlt, durch Herstellung von Stollen oder Einschnitten gewonnene Erdmassen für die Auffüllungen zu verwenden, als zu diesem Zwecke bei Vorhandensein des Ma-

terial aufzunehmen, jedoch hüte man sich hierbei, längs der Bahn Wasserlöcher zu bilden und das Gelände der Cultur gänzlich zu entziehen. Nur auf Grund genauer Vorarbeiten und Berechnungen, sowie mit Hülfe einer graphischen Darstellung der bewegenden Erdmassen und ihrer Transportweiten, wird der Ingenieur in den verschiedenen Fällen bestimmen können, welche Verfahrungsweise in technischer und finanzieller Beziehung die zweckmäßigste ist.

Wie erwähnt, so beginnen die Erdarbeiten mit dem Profiliren des Bahnkörpers; dieß setzt jedoch die definitive Bestimmung der obern Breite des Bahndammes, sowie die Breite der Graben bei Einschnitten und die Größe der Böschungen bei Einschnitten und Aufdämmungen voraus.

Die obere Breite der Bahnkrone oder des Planums richtet sich:

a) nach der Spurweite der Bahn;
b) nach der Breite der Banquette;
c) nach der Zahl der Geleise;
d) nach der Entfernung der Geleise.

Die Banquette haben den Zweck, theils ein sicheres Festhalten der Fundamentirung der Lagerblöcke und Holzschwellen, überhaupt die Stabilität der Geleise zu bewirken, theils sind sie für den Dienst der Bahn bestimmt und müssen breit genug sein, damit die Wärter, Arbeitsleute und überhaupt die für den Dienst angestellten Personen mit Sicherheit hin und her gehen können. Dafür sind aber mindestens 0·5 Mtr. nöthig und wir erhalten, da die Wagen 0·75 Mtr. über die Mitte der Schienen vorstehen, eine nöthige Breite der Banquette von 1·25 Mtr. Gewöhnlich nimmt man 1·25 bis 1·35 Mtr. oder 4·0 bis 4·5 bad. Fuß; jede größere Breite ist überflüssig und vermehrt die Kosten.

Wenn auf den Bahnkörper zwei Geleise gelegt werden sollen, was bei Bahnen von einiger Bedeutung fast immer der Fall ist, so darf bei den fast allgemein üblichen Dimensionen der Wagen, welche mit den Tritten 10′ oder 3 Mtr. Breite haben, die Entfernung der beiden Geleise von Mitte zu Mitte nicht weniger als 11′ 4″ engl. oder 11·5 bad. oder 3·45 Mtr. betragen, wenn nicht die Sicherheit des Betriebsdienstes gefährdet werden soll. Es entspricht diese Entfernung einem Abstand der innern Schienenstränge von Mitte zu Mitte von 1·95 Mtr.

Darnach bestimmt sich nun die ganze Kronenbreite wie folgt:

1)	Spurweite für 2 Bahnen von Mitte zu Mitte der Schienen à 1·5 Mtr.	3	Mtr.
2)	2 Banquette à 1·25 Mtr.	2·55	„
3)	Entfernung der Bahnen von Mitte zu Mitte der Schienen	1·95	„
	Zusammen — . .	7·5 Mtr.	oder 25′ bad.
	und für eine eingeleisige Bahn	4·0 „	„ 13′

Wie leicht zu ersehen, lassen sich hier keine bestimmten Vorschriften für die Böschungsanlagen, überhaupt die Formirungen der Erdkörper, seien es Auf- oder Abträge, geben; es bleibt dieß lediglich eine Sache des Ingenieurs, der zu berechnen hat, auf welche Weise die Ausführung solid und auf die wohlfeilste Art den localen Verhältnissen entsprechend stattfinden muß.

Was schließlich die Breite der Wasserabzugsgraben betrifft, so richtet sich diese in der Regel nach der Menge des abzuleitenden Wassers, welches in die Graben nach der Lage des Terrains gelangen wird. In der Regel macht man die Grabentiefe 0·6 Mtr., die Grabensohle 0·3, die Böschung auf der Bahnseite mit 1facher und auf der gegenüberstehenden Seite mit $1\frac{1}{2}$facher Anlage.

Aus den im Vorstehenden gemachten Mittheilungen läßt sich nun für gegebene specielle Fälle leicht die Gesammtbreite des natürlichen Terrains zur Darstellung eines Bahnkörpers für eine oder mehrere Spuren, und hieraus — sowie mit Hülfe der verzeichneten Querprofile des Bahnkörpers die Größe der anzukaufenden Bodenfläche und der zu bewegenden Erdmassen berechnen.

Verschiedene Bahnprofilirungen sind auf Taf. IX. ersichtlich.

Die Erdarbeiten selbst bestehen nun hauptsächlich in drei verschiedenen Arbeiten:

a) in der Bildung des Abtrags;
b) in dem Transport des Abtrags;
c) in der Bildung des Auftrags.

Die beiden ersten Arbeiten werden bei Abtragungen des natürlichen Bodens in das Niveau der Bahn nöthig; letztere bei Formirungen des Bahnkörpers in Aufdämmungen. Die anfänglichen Arbeiten, welche sowohl bei Einschnitten wie bei Aufdämmungen vorkommen, sind:

a) das Durchhauen der Waldungen;
b) das Abstechen der Rasenflächen und das Abheben der guten Erde;
c) Entfernen aller Wurzeln und Stöcke in Waldungen;
d) Bohrversuche zur Sondirung der Gebirgsarten in Einschnitten;
e) Aufstellung genauer Profile.

Wie der natürliche Boden abgetragen und welche Werkzeuge dazu nöthig sind, welches die geeignetsten Transportmittel für die Bewegung der Erdmassen, und wie endlich diese Erdmassen im Auftrage wieder abgelagert werden, lehrt der VII. Abschnitt der allgemeinen Baukunde §. 146 — §. 170.

Es mag hier nur wiederholt werden:

Daß bei den Erdarbeiten gewisse Vorarbeiten nöthig sind, wozu vor Allem die Bodenuntersuchungen mittelst Bohrungen, Schürfungen oder Probegruben und Versuchsschächten gehören. Am sichersten geben die Probegruben die Beschaffenheit des Bodens, die Lagerungsverhältnisse und Wasser-
vertheilung an, sie müssen aber bis in die Tiefe des Ei
nur wenn die Tiefe zu bedeutend ist, wählt man den
seine Zuflucht zu dem Erdbohrer. Zur Untersuch

Brückenfundationen dient ausschließlich der Bohrer und zwar der Löffel- oder Meiselbohrer je nach der Beschaffenheit des Grundes.

Bei Thalabhängen hat man auch sein Augenmerk auf frühere Bodenbewegungen und die Ursachen derselben zu richten, denn an solchen Stellen, wo früher schon Abrutschungen vorgekommen sind, ist es gefährlich, mit der Bahn die abgerutschte Stelle zu passiren, wenn nicht von vorn herein die nöthigen Sicherheitsmaßregeln getroffen werden, wozu aber genaue Bekanntschaft mit den Schichtungsverhältnissen erforderlich ist. Z. B. an einem steilen Abhange, wo gewöhnlich der Felsen nicht tief liegt, ließe sich nur dann eine Bahn führen, wenn die Stützmauern auf horizontale oder einwärts fallende Felslager angelegt werden könnten.

Von sehr großer Wichtigkeit ist die Erforschung der Quellenverhältnisse und besonders die Auffindung der Quellenlagen. Einschnitte im angeschwemmten thonreichen oder verwitterten Boden bedürfen ebenso der Entwässerung wie der natürliche Boden, auf welchen ein Damm gelegt werden soll.

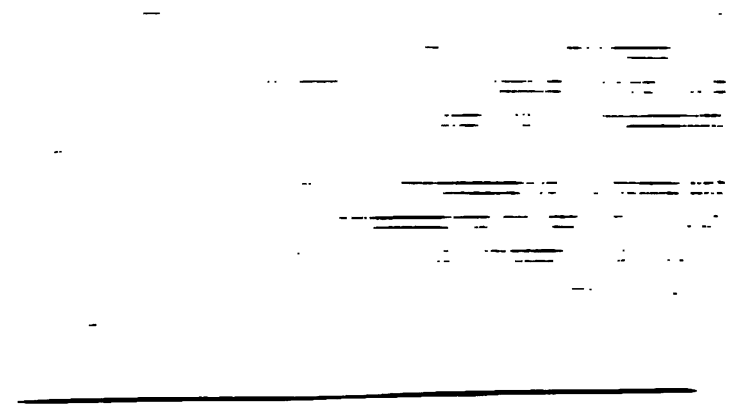
Nicht minder wichtig ist die Erforschung der wahren Lage und Neigung der wasserhaltenden Erdschichten oder Rutschflächen, die Mächtigkeit der über diesen Flächen liegenden Schichten gewachsenen oder angeschwemmten Bodens, da namentlich die unteren Lagen des letzteren gewöhnlich viel Wasser enthalten.

Um die Resultate der Bodenuntersuchungen bei Ausarbeitung des Projects übersehen und benützen zu können, trägt man sie in das Längenprofil, sowie in ein Register ein, welch' letzteres alle die verschiedenen Bemerkungen enthält, die in dem ersteren nicht wohl angedeutet werden können.

Welche Terrainbildungen bei Feststellung des Projects zu vermeiden sind, wurde bereits im §. 34 angegeben und ist darauf bei definitiver Feststellung der Lage der Trace soweit als thunlich Rücksicht zu nehmen. Es wird sich dieß auch in den meisten Fällen ohne Beeinträchtigung des Zwecks der Anlage bewerkstelligen lassen, während Aenderungen im Längenprofil beziehungsweise in den Auf- und Abtragshöhen selten zulässig sind.

Auch die Tiefe der Einschnitte wird sich nach den Bodenuntersuchungen richten müssen, doch bedingt eine Verminderung der Tiefe eine Erhöhung des Auftrags und ist daher zu erwägen, welchen Einfluß dieser Umstand auf die ganze Anlage und Massendisposition ausübt.

Einschnitte sollen im Allgemeinen bei der Bildung des Planums einer Bahn nur da angenommen werden, wo scharf auftretende Höhen nicht umgangen werden können. In diesem Falle bilden sie alsdann die Materialgewinnungsstellen für die Aufträge oder Dämme, die jedenfalls in der Hauptsache das Planum darzustellen haben, nicht allein weil dieß ökonomisch vortheilhafter ist, sondern auch wegen ihrer besseren Erhaltung und in Rücksicht auf die Schneeverwehungen. Welche Beschaffenheit auch das Planum hat, ob Auftrag oder Abtrag, so ist ein Hauptgrundsatz, demselben ein Profil zu geben, welches leichten Abfluß des atmosphärischen Niederschlags



Diese Punkte, sowie noch die weiteren:

1) daß bedeutende Einschnittsmassen nicht gegen die Steigung transportirt werden müssen, oder
2) daß der Transport nicht über große Brücken und Viaducte geht, deren Vollendung viel Zeit erfordert,

sind bei der Massenvertheilung zu berücksichtigen.

Eine graphische Darstellung der Massenvertheilung, woraus die Cubikinhalte der zu bewegenden Massen, ihre Beschaffenheit und die Transportweiten ersichtlich sind, empfiehlt sich für die Ausführung.

Der Kostenanschlag einer Erdarbeit wird in folgender Form aufgestellt:

Position.	Bahn-Section . . . . Arbeits-Loos Nr. . . .	Betrag. Accordant. fl.	kr.	Bauverwaltung. fl.	kr.
	Herstellung des Planums.				
1	Oeffnen der Linie.				
	a) Abheben des guten Bodens.				
	In diesem Loos kommen auf beträchtliche Strecken Futter- und Stützmauern vor, so daß verhältnißmäßig wenig Böschungsfläche zu planiren und übergründen ist. Der Gesammtinhalt der genannten Flächen beträgt 2500 □°.				
	Diese erfordern ca. 250 C.° Humus, wozu noch 10 C.° für Uebergründung desjenigen Theils der Bahnwartsstation bei Prof. . . . kommen, welche in Auftrag fällt. Rechnet man 25 Proc. Abgang von der Zeit des Abhubs bis zur Zeit der Verwendung, so sind 325 C.° nöthig.				
	Diese abzuheben und auf die Seite zu führen kostet per C.° 5 fl.	1625	—		
	b) In Gemarkung . . . sind 145 □° Waldung auszustocken, Wurzeln und Stöcke zu beseitigen, per □° 30 kr.	72	30		
	c) Für Abbrechen zweier Gebäude			200	—
	d) Für Anlage von Probegruben			250	—
	Summa Pos. 1	1697	30	450	—
		2147 fl. 30 kr.			
2	Anlage von Dienstbahnen.				
	Die auf der Dienstbahn zu fördernde Masse beträgt 1374 C.° und die Länge der anzulegenden Dienstbahn 344°. Diese Bahn wird somit kosten:				
	a) Schienen.				
	2 . 3440 = 6880 lfd. Fuß à 15 Pfd. = 1032 Ctr.				
		fl.	fl.		
	à 3 fl. 30 kr.	3612			
	hievon ab der zu erwartende Erlös bei dem Wiederverkauf 90 Proc.	3250			
	Transport	362			

Position.	Bahn-Section . . . . Arbeits-Loos Nr. . . .			Betrag. Accordant. fl.	kr.	Bauverwaltung. fl.	kr.
		fl.	fl.				
	Transport		362				
	b) Dienstbahnschwellen.						
	Auf je 4' Bahn eine Schwelle, somit 860 Stück						
	à 48 kr.	688					
	hievon ab der Wiedererlös mit 1/3	229					
			458				
	c) Befestigungsmaterial.						
	860 . 4 = 3440 Stück Kloben = 14 Ctnr.						
	à 10 fl.	140					
	hievon ab der Wiedererlös mit 1/3	46					
			94				
	d) Transport von Schienen und Kloben an die Baustelle.						
	1046 Ctnr. à 12 kr.		209				
	e) Transportwagen sind erforderlich 20 Stück						
	à 400 fl. = 8000 fl., für Abnützung während						
	des Gebrauchs 5 Proc.		400				
	f) Für Arbeit und Aufsicht per laufd. ° zu 2 fl.		688				
3	Unterhaltung der Dienstbahn						
	für die Bauzeit per lfd. Fuß 30 kr. . . .	172					
	Unterhaltung der Wagen	300					
			472				
	Summa Pos. 2 und 3 zusammen		2683 fl.				
	Es kommt daher auf eine Cubikruthe ein Zuschlag von $\frac{2683}{1374} = 1$ fl. 57 kr.						
4	Gewöhnliche Erdarbeiten.						
	a) Grabarbeit.						
	Die ganze Abtragsmasse in diesem Loose beträgt nach Beilage Nr. . . für Bahn- und Nebenanlagen 2124·12 C.°, hiervon sind 115·25 C.° Fundamentaushub für die Stützmauern und wird die erforderliche Grabarbeit dorthin berechnet.						
	Von den übrigen 2008·85 C.° sind 608·26 C.° Kalksteinfelsen; diese zu brechen oder sprengen und einmal werfen oder verladen per C.° Lösarbeit . . 16 fl.						
	Geschirrreparatur ꝛc. . 2 fl.						
	18 fl.			10948	41		
	1400·59 C.° Mergel- und steinigter Lehmboden zu lösen, einmal zu werfen oder laden per C.° Lösarbeit . 7 fl. 30 kr.						
	Geschirrreparatur ꝛc. 1 fl. 30 kr.						
	9 fl. — kr.			12605	19		
	b) Massenbewegung.						
	Von den übrigen 2124·12 C.° werden 270·82 C.° innerhalb der Profile verwendet und sind in der Grabarbeit schon verrechnet.						
	Transport			23554	—		

Position.	Bahn-Section . . . . Arbeits-Loos Nr. . . .	Betrag. Accordant. fl.	kr.	Bauverwaltung. fl.	kr.
	Uebertrag	23554	—		
	20·31 C.° Abtrag bei der Straßenverlegung werden auf 25° transportirt und in der neuen Straße verwendet, per C.° 3 fl. 50 kr.	77	51		
	27 C.° Fundamentaushub aus dem Widerlager des Viadukts bei Prof. . . werden ebenfalls in der Straßenauffüllung verwendet; mittlere Entfernung 48°, per C.° 4 fl. 34 kr. . . .	124	12		
	10 C.° von demselben Aushub auf 5° mittlere Entfernung in den Bahndamm Prof. . . . per C.° 2 fl. 50 kr.	28	20		
	148·69 C.° kommen aus dem Einschnitt zwischen Prof. . . auf 18° mittlere Entfernung in den Damm bei Prof. . . per C.° 3 fl. 36 kr.	535	17		
	1253·6 C.° sind auf 286° mittl. Entfernung per Dienstbahn aus dem Einschnitt Prof. . . in den Bahndamm Prof. . . zu verführen, per C.° 9 fl. 6 kr. + 1 fl. 57 kr. = 11 fl. 3 kr.	13853	16		
	2·69 C.° werden auf 5° mittl. Entfernung zwischen Prof. . . gebracht, per C.° 2 fl. 50 kr.	7	37		
	130 C.° mittelst Dienstbahn auf 186° mittl. Entfernung zu transportiren aus dem Einschnitt Prof. . . in den Damm Prof. . . per C.° 7 fl. 26 kr. + 1 fl. 57 kr. = 9 fl. 23 kr.	1222	39		
	19·67 C.° sind auf 140′ mittl. Entfernung nach Prof. . . zu transportiren, per C.° 3 fl. 28 kr.	68	11		
	174·35 C.° kommen auf 85° mittlere Entfernung in den Damm bei Prof. . . per C.° 5 fl. 50 kr.	1019	22		
	56·59 C.° kommen auf 175′ mittl. Entfernung nach Prof. . . per C.° 3 fl. 35 kr.	202	47		
	9·61 C.° sind auf 55′ mittl. Entfernung nach Prof. . . zu transportiren, per C.° 2 fl. 54 kr.	27	52		
	c) Wasserableitung. An verschiedenen Stellen wird in den Einschnitten vermuthlich Wasser zu Tage treten. An solchen Stellen, wo Verkleidungsmauern in Anwendung kommen, ist das Wasser in Sickerströngen nach der Rückseite der Mauerschlitze zu leiten, an den Böschungen sind Sickerdohlen anzubringen und nach der Grabensohle zu führen. Die erforderliche Länge sowie Querschnitte der Sickerdohlen lassen sich erst nach Oeffnung der Einschnitte bestimmen und ist die Anlage jeweils nach Anordnung der Bauleitung zu erstellen. Für die lfde. ° Sickerdohlen mit 2′ Breite und 2′ Höhe wird einschließlich der Lieferung des Materials 5 fl. angenommen und hier einstweilen vorgesehen 150 lfd. °	750	—		
	d) Stütz- und Verkleidungsmauern.				
	A. Eigentliche Stützmauern nach besonderem Ueberschlage	19819	47		
	B. Verkleidungsmauern nach besonderem Ueberschlage . .	10854	11		
	C. Ausmauerung der Felsenböschungen. Nach besonderem Ueberschlage	2915	15		
	Summa Pos. 4	74460	73		

Position.	Bahn-Section . . . . Arbeits-Loos Nr. . . .	Betrag. Accordant. fl.	kr.	Bauverwaltung. fl.	kr.
5	Unterirdische Durchgänge kommen in diesem Loose keine vor.				
6	Profiliren und Nebenarbeiten.				
	a) Profiliren.				
	Für Unterhaltung und Vervollständigung der Profile sind nöthig: 1200 Stück Latten per 100 à 14 fl.	168	—		
	800 „ Stangen „ „ à 30 kr.	150	—		
	Profilirgeschirr und Unterhaltung desselben			100	—
	Für Meßgehülfen zum Profiliren und zu den Leistungsaufnahmen täglich 3 Mann, 2 Jahre, per Mann 1 fl. 12 kr. .			1314	—
	b) Uebergründen und Planiren.				
	Im Ganzen sind 2500 □° Böschungsfläche zu planiren und anzudecken.				
	250 C.° Humus 1′ stark anzudecken per C.° 5 fl. . . .	1250	—		
	2500 □° zu planiren à 18 kr.	750	—		
	6¼ Morgen übergründete Böschungsfläche mit Grassamen einsäen, per Morgen zu 40 fl.			250	—
	Summa Pos. 6	2318	—	1664	—
				3982	
7	Sonstige Ausgaben.				
	Zur Bestreitung verschiedener unvorhergesehener Arbeiten werden der Bauverwaltung 10 Proc. des Aufwandes für nachstehende Positionen vorbehalten.				
	1) Oeffnen der Linie . . . . 2147 fl. 80 kr.				
	4) Gewöhnliche Erdarbeiten . . 74460 fl. 37 kr.				
	6) Profiliren und Nebenarbeiten 3982 fl.				
	80590 fl. 7 kr.				
	Hiervon 10 Proc. gibt Summa Pos. 7			8059	—
	Zusammenstellung.				
1	Oeffnen der Linie	1697	30	450	—
2 3	Anlage und Unterhaltung der Dienstbahnen . . 2683 fl.				
4	Gewöhnliche Erdarbeiten	74460	37	—	—
5	Unterirdische Durchgänge	—	—	—	—
6	Profiliren und Nebenarbeiten	2318	—	1664	—
7	Sonstige Ausgaben	—	—	8059	—
	Summa Herstellung des Planums	78476	7	10173	—
	in runder Zahl	88600 fl.			

Die Solidität einer Bahn steigt um so mehr, mit je größerer Sorgfalt die Erdarbeiten in allen Theilen, namentlich auch zunächst an der Oberfläche des Bahnkörpers ausgeführt wurden; es muß nämlich letztere bei Herstellung des Oberbaues vollkommen trocken sein oder besser trocken gehalten werden können, weßhalb man auch zu den Anschüttungen vorzugsweise Sand und oder Steine verwenden sollte, wenigstens zu der obersten Lage des

Bahnkörpers auf 0·3 bis 0·45 Mtr. Dicke. Lehm, Thon oder Mergel, überhaupt jede Erdart, welche mit vielen vegetabilischen Stoffen vermengt ist, das Wasser in sich aufnimmt und weich wird, entspricht dem Zwecke am wenigsten.

Da die Eisenbahn sehr häufig mit den Land- und Vicinalstraßen und Feldwegen zusammentrifft, und diese durchschnitten werden, so muß man, wie erwähnt, schon beim Entwurfe des Längenprofils der Bahn nnd bei Herstellung des Erdkörpers auf dieses Durchschneiden Rücksicht nehmen.

Das Durchschneiden der Straßen kann hinsichtlich der Lage der Bahn gegen das angränzende Gelände auf verschiedene Arten bewerkstelligt werden.

Entweder wird die Straße oder der Weg über oder unter der Eisenbahn durchgeführt, oder beide Communicationen fallen in ein und dasselbe Niveau. Soll die Straße oberhalb der Bahn durchgeführt werden, so bedingen die Tiefe des Einschnitts der Bahn, die Natur des Bodens, sowie die Bedeutsamkeit der Straße selbst, endlich aber auch die Beschaffenheit der Lokalverhältnisse 2c. die Bauart der für diesen Zweck anzulegenden Straßenbrücke.

Als Regel wird für die Durchfahrt der Bahnzüge das Minimum der Durchfahrtshöhe über der Oberkante der Schienen zu 15′9″ engl. oder nahe 4·8 Mtr. angenommen, da diese Höhe der größten Höhenabmessung einer Locomotive entspricht. Nach dieser Dimension ist daher mit Rückficht auf die zu wählende Brückenconstruction die Höhenlage der Straße beziehungsweise der Bahn festzustellen. Die lichte Weite der Durchfahrt für die Wagenzüge hängt von der Breite der Bahn ab. Man hat jedoch festgesetzt, daß die Widerlager oder Pfeiler eines Viaducts wenigstens 6′7″ engl. oder 2 bis 2·25 Mtr. von der Mitte des zunächst liegenden Geleises entfernt stehen sollen. §. 69 (8).

Muß eine Straße unter der Bahn durchgeführt werden, so hängt die anzuwendende Brückenconstruction von der Höhenlage der Bahn über der Straße und von der Breite der letztern ab. In jedem Falle müssen die Niveaus bei den Communicationen so weit über einander liegen, daß für die zu erbauende Durchfahrt eine lichte Höhe von mindestens 3·6 bis 4·2 Mtr. erübrigt wird. Die höchst beladenen Güterwagen haben keine größere Höhe als 3·9 Mtr.

Die Weite der Durchfahrt hängt von der Bedeutsamkeit der Straße ab. Dieselbe kann bei Feldwegen und Vicinalstraßen häufig auf 9 bis 12 Fuß oder 2·7 bis 3·6 Mtr., bei Landstraßen auf 15 bis 20 Fuß oder 4·5 bis 6 Mtr. eingeschränkt werden.

Bei der schweizerischen Eisenbahn hat man in dieser Beziehung folgendes Schema gemacht:

Classification der Wege.		Wegbreite. Meter.	Brückenbreite. Meter.	Lichthöhe der Brücke. Meter.
Kantonalstraße	1. Klasse	9	7·2	5·4
„	2. „	8·1	6·3	5·4
„	3. „	7·2	5·4	5·1

Classification der Wege.		Wegbreite. Meter.	Brückenbreite. Meter.	Lichthöhe der Brücke. Meter.
Communalstraße	1.	7·2	5·4	5·1
„	2.	6·3	4·5	4·8
„	3.	5·4	3·6	4·8
Feldwege	1.	5·4	4·5	4·8
„	2.	4·5	3·6	4·2
„	3.	3·6	2·7	3·6
Fußwege	1.	2·7	2·7	3·6
„	2.	1·8	1·8	2·7
„	3.	1·8	1·5	2·4

Derjenige Fall endlich, wo die Eisenbahn und die Straße in eine und dieselbe Ebene gelegt werden können, was geschehen muß, wenn der beiderseitige Höhenunterschied keine Durchfahrten gestattet oder die Erreichung dieses Unterschieds zu große Kosten veranlaßt, macht nur eine besondere Construction in dem Oberbau der Bahn erforderlich, worauf wir später zurückkommen werden.*) Ein weiterer Fall von Kreuzungen der Eisenbahnen mit bestehenden Communicationswegen ist schließlich derjenige, wo nicht Straßen oder Landwege, sondern Wasserstraßen überschritten werden müssen. Dieser Fall läßt die mannigfaltigsten Modificationen zu, da die Wasserstraßen sowohl hinsichtlich ihrer Größe als Beschaffenheit außerordentlich verschieden sein können, und selbst schon manchmal der Uebergang durch den Winkel, unter welchem die Kreuzung stattfindet, mancherlei Veränderungen bezüglich der zu wählenden Construction unterliegen muß.

Die Durchflußöffnungen von Brücken, Durchlässen und Kanälen, mittelst welcher die Bahn über Flüsse, Bäche und sonstige Wasser geführt werden muß, sind, wo nicht ähnliche Bauten ober- oder unterhalb die nöthigen Anhaltspunkte gewähren, durch Aufnahme und Berechnung der Ueberschwemmungsgebiete, im Uebrigen aber mit Rücksicht auf örtliche Verhältnisse zu bestimmen.

Wir hätten nun sowohl die Uebergänge der Eisenbahnen über Flüsse und Kanäle, als auch über Landwege, sowie die umgekehrten Fälle der Reihe nach einer nähern Betrachtung zu unterziehen, allein sämmtliche hierher gehörigen Bauwerke gehören in das Bereich des Brückenbaues und sind in unserem ersten Theil der angewandten Baukunde ausführlich beschrieben.

Kleinere Durchlässe von 0·6 bis 1·5 Mtr. Weite sind auf Taf. V. enthalten.

---

*) Heider sagt: Die thunlichste Vermeidung solcher Uebersetzungen ist eine Verpflichtung gegenüber dem Publikum; die Wichtigkeit der Vermeidung wächst mit der Lebhaftigkeit des Verkehrs auf der Straße und der Anzahl Züge auf der Bahn in geradem Verhältnisse. Nimmt man an, daß die Vermeidung einer solchen Uebersetzung für jeden Menschen, der dieselbe in einem Tage zu Fuß, zu Wagen oder zu Pferd passirt, mit einem Gulden nicht zu hoch erkauft ist, so ergibt sich, daß bei einem Straßenverkehr von 500 Menschen und bei 8 Zügen täglich zur Vermeidung der Uebersetzung $500 . 8 = 4000$ fl. angewendet werden sollen und können.

(Die allgemeinen Vorschriften über Brückenbauten sehe man §. 69 (37 und 38.)

Durchschneidet die Eisenbahn einen Bergrücken in solcher Tiefe unter der Oberfläche des Terrains, daß ein Einschnitt der Kosten wegen nicht mehr vortheilhaft erscheint, so ist dieselbe in einen Tunnel zu legen, dessen lichte Weite und Höhe sich ebenso bestimmt wie bei einer Straßenbrücke, welche über die Bahn führt. Das Nöthige über den Bau des Tunnels enthält der achte Abschnitt der allgemeinen Baukunde.

§. 43.

Von den Abrutschungen in Einschnitten und an Dammanschüttungen.*)

1) Abrutschungen in den Einschnitten.

Solche Abrutschungen gehören zu den größten und gefährlichsten Hindernissen, welche sich der Gestaltung von Einschnitten entgegenstellen können. Sie treten oft in solchem Umfange ein, daß sie kaum zu bewältigen sind und immerhin einen großen Zeit- und Kostenaufwand erfordern. Als ein relativ günstiger Umstand muß es betrachtet werden, wenn diese Abrutschungen noch während der Bauzeit erfolgen und nicht erst, wenn die Bahn schon im Betrieb ist.

Jede Abrutschung setzt eine Störung des Gleichgewichts voraus zwischen den tragenden und den getragenen Bodenschichten und es kann eine solche erfolgen, wenn durch zusammenhängende Terraineinschnitte einzelnen oder mehreren der natürliche Stützpunkt entzogen wird, gegen welchen sie sich anlehnen. Bei horizontalen Schichtungen des Bodens kommen deßhalb eigentliche Abrutschungen nicht vor, wohl aber entstehen Abrutschungen in Folge einer durch unterirdische Wasser bewirkten Materialerweichung.

Bei geneigten oder abhängenden Schichten wird das Gleichgewicht im natürlichen Zustand des Bodens durch verschiedene meist gleichzeitig wirkende Widerstände erhalten, sie sind:

a) Stützung der abfallenden Schichten an ihrem Fuße durch das Wiederaufsteigen derselben, also durch Gegendruck.

b) Die Cohäsion des Materials, welche erst aufgehoben werden muß, wenn einzelne Theile desselben Bewegung annehmen sollen.

c) Die Reibung zwischen den einzelnen Erdschichten, welche erst überwunden werden muß, wenn eine oder mehrere derselben über darunter liegenden hinweggleiten sollen.

Die Bewegung erzeugende Schwerkraft ist vorzugsweise von der Größe der Schichtenneigung abhängig.

Um beurtheilen zu können, ob Abrutschungen in einzelnen Fällen zu er-

*) Henz, Anleitung zum Erdbau. S. 112.

warten sind und wie ihnen vorzubeugen ist, erscheint es dringend nöthig, der Ausführung selbst die sorgfältigsten Bodenuntersuchungen vorausgehen zu lassen. Ist die Wahrscheinlichkeit zu Abrutschungen vorhanden, so wäre zunächst zu erwägen, ob die Bahnlinie nicht verlegt werden kann. Zeigt die Besichtigung des Terrains, daß schon im natürlichen Zustande Abrutschungen stattgefunden haben, so muß an diesen mit besonderer Vorsicht verfahren werden, weil man annehmen kann, daß die Ruhe durch die geringste Verminderung einer der Bewegungswiderstände von Neuem gestört wird.

In jedem Falle, wo abfallende Bodenschichten durch einen Ein- oder Anschnitt unterbrochen werden, gehen die natürlichen Stützpunkte verloren, auf welche sich dieselben stützten. Ein Bewegungswiderstand besteht daher nicht mehr und nur die Adhäsion und Reibung bleiben übrig. Auf die Adhäsion ist nur bei sehr mächtigen Schichten festen oder zähen unzerklüfteten Materials zu rechnen und es bleibt daher vorzugsweise nur die Reibung zwischen den Schichten, auf welche das Hauptaugenmerk zu richten ist. Dieselbe ist sehr groß bei Schichten unauflöslichen Materials ohne weiche Zwischenlager, wie solche z. B. bei den Urgebirgen, den Grauwacken und älteren Sandsteinformationen vorkommen; sie kann sehr gering sein, wenn zwischen den festen Schichten sich weichere befinden, in welche Wasser eindringt. Werden solche wasserführenden Schichten von dem Einschnitte nicht getroffen, sondern liegen sie in genügender Tiefe, so ist die Gefahr der Abrutschung gering. Ist diese Tiefe aber nur gering, so erfolgt leicht ein Heben der Sohle durch Aufstauung vermöge des Drucks der darüber liegenden Schichten und Aufhebung des Gegendrucks.

Fallen die wasserführenden Schichten in den Einschnitt, und haben sie eine starke Neigung, so kann mit Sicherheit auf eine Abrutschung gerechnet werden. Oft werden sie ganz vom Wasser aufgelöst und es bilden sich Höhlungen im Innern des Bodens, welche Einstürze hervorbringen, die weiterhin noch besonders gefährlich sein können, weil die Quellen, welche früher ihren freien Abfluß hatten, abgesperrt werden und einen andern Ausweg suchen müssen.

Auch feiner und körniger Sand, welcher durch den Einschnitt entwässert wird, begünstigt die Abrutschungen.

Solche Abrutschungen zu verhindern oder wenn sie eingetreten sind, das Gleichgewicht wieder herzustellen, erfordert unbedingt die Beseitigung der Ursachen des Uebels, denn mit Halbheiten ist nichts gethan.

Ist daher, wenn die Kosten dafür zu hoch ausfallen, eine Veränderung der Disposition des Plans nicht möglich, so wird es nothwendig, von vorn herein auf ausreichende Sicherheitsmaßregeln Bedacht zu nehmen. Dabei gilt der Grundsatz, entweder die bewegende Kraft zu vermindern oder die Widerstände zu vermehren. Ersteres geschieht durch die Entlastung der Rutschflächen oder Abflachung der Böschung in hinreichendem Maaße und nach Verhältniß der Neigung der Rutschflächen. Je flacher diese liegen, desto mehr

ist kann auf denselben liegen bleiben.

Bei Felsenabhängen mit wasserführenden Schichten pflegt man die Entlastung terrassenförmig zu machen und auf jeder Terrasse das Wasser in einen Canal abzuleiten.

In jedem Falle muß die Entlastungsarbeit von oben nach unten gehen und müssen die hochgelegenen Quellen abgeleitet werden.

Nur selten wird es genügen, eine in Aussicht stehende Abrutschung durch Vermehrung der Bewegungswiderstände abzuwenden. Nur die Reibung läßt sich durch Ableitung der Quellen vermehren, die Hauptsache aber muß geschehen durch Vermehrung des Widerstandes des Gegengewichts.

Hinlänglich starke Steinpackungen sind hier das beste Mittel. Dieselben müssen aber in einzelnen Abtheilungen ausgeführt werden und hinlänglich tief in den Boden gehen.

2) Abrutschungen an Dammanschüttungen.

Bei der Ausführung eines Dammes sind es vorzugsweise drei Punkte, welche berücksichtigt werden müssen:

a) die Form des Grundes;
b) die Beschaffenheit des Bodens, welcher die Anschüttung tragen soll;
c) die Gattung des Materials, welches zur Bildung desselben verwendet werden soll.

Ist das Dammlager nahe horizontal und besteht aus festem unzusammenpreßbarem Boden, so kann die Anschüttung ohne Bedenken erfolgen. Bei Anwendung von Schüttungsmaterial, welches im Auftrage keine hohlen Räume entstehen läßt, und daher einer besonderen Dichtung nicht bedarf, kann die Schüttung sowohl Lagen- als Kopfschüttung sein. Ist dieß aber nicht der Fall und hat man eine beträchtliche Dammhöhe, dann ist die Schüttung in horizontalen Lagen unter allen Verhältnissen vorzuziehen. Selbstverständlich darf niemals nasse Erde in die Anschüttung kommen, weil sie dadurch nach der Seite ausweicht. Nur reine Stein-, Sand- oder Kiesschüttungen sind dem Ausweichen nicht ausgesetzt und können in jeder Jahreszeit verwendet werden. Ebenso wenig darf gefrorener Boden zur Verwendung kommen, derselbe ist nur scheinbar trocken, zerfließt aber nach dem Aufthauen.

Selbst bei sehr gutem Schüttungsmaterial sollte den Böschungen $1^1/_2$fache Anlage gegeben werden; bei minder gutem Material und großer Dammhöhe genügt dieß aber nicht und empfiehlt es sich, die Böschungen von oben nach unten abzuflachen, so daß sie etwa von $1^1/_2$facher Anlage auf $2^1/_2$fache bis 3fache übergehen.

Befindet sich ein gemauerter Durchgang in dem Damm, so ist die Anschüttung von beiden Seiten gleichmäßig vorzunehmen.

Hat hingegen das Dammlager eine Neigung, dann erfordert die Schüttung große Vorsicht, denn die Anschüttung wird durch nichts als die Reibung zwischen ihrer Unterfläche und der Oberfläche des Dammlagers in ihrer Lage erhalten. Diese Reibung muß daher durch alle zu Gebote stehenden Mittel erhöht werden. Diese sind:

a) Verwandlung der schiefen Ebene in Terrassen, welche bei hohen Dämmen in den wirklichen festen Boden eingeschnitten sein und ein kräftiges Profil (3 Mtr. horizontal und 0·6 — 0·9 Mtr. vertikal) haben müssen.

b) Entwässerung des zu beschüttenden Planums durch sorgfältige sichere Ableitung der Quellen und Anlage von kräftigen Sickerungen, die auf dem festen Untergrund ruhen.

c) Abdeckung der oberen aufgeschwemmten Bodenschicht, wenn dieselbe nicht widerstandsfähig ist. Werden diese Arbeiten ohne Kostenersparniß ausgeführt und alsdann die Schüttung lagenweise aufgebracht und gestampft oder festgefahren, so darf auf einen sichern Bestand des Dammes gerechnet werden, wird aber nur ein Theil versäumt, so sind Abrutschungen zu befürchten, deren Wiederherstellung viel Zeit und Geld kostet.

Ist das Dammlager etwa nur nach einer Seite hin besonders stark geneigt, so ist auch noch ein weiteres Mittel gegen Abrutschung die Anlegung eines starken Contrebankets vor dem Dammfuße.

Dieses Banket, dessen Größe sich nach der Dammhöhe richtet, muß in festen Boden eingreifen und ist am besten auf eine Steinpackung, die gleichzeitig als Sickerung dient, zu legen. Das geeignetste Material zu dem Banket sind Steine oder Sand.

Sowohl während der Ausführung als nach Vollendung eines Damms muß auch dafür gesorgt werden, daß kein Wasser in das Innere desselben eindringt. Es ist daher darauf zu halten, daß die Oberfläche der Schüttung stets glatt und fest ist und mit Abhang versehen wird, damit das Regen- und Schneewasser gut abfließt; ferner daß die Böschungen mit gutem Grund abgedeckt und angepflanzt werden. Zu dieser Anpflanzung eignen sich besonders die Akazien.

Werden Dämme in Moor- oder Torfboden aufgeschüttet, so kann selbstverständlich von einer Abdeckung des Dammlagers keine Rede sein; letzteres wird durch tiefe Seitengraben trocken gelegt und so lange mit dem Anschüttungsmaterial überdeckt, bis eine Senkung nicht mehr eintritt.

Kommt der Fall vor, daß Dämme aus der Seitenentnahme gebildet werden sollen, so müssen die Materialgruben in angemessener Entfernung vom Dammfuß liegen und dürfen nicht zusammenhängen. Bei schlechtem abhängendem Boden sind die Seitenentnahmen ganz unzulässig.

§. 44.

Ausführung der Erdarbeiten auf Rechnung oder im Großaccord.

Es gibt zweierlei Arten die Erdarbeiten auszuführen:

a) In Regie

b) In Großaccord oder Entreprise.

Unter Ausführung der Arbeiten in Regie versteht man nicht sowohl eine Beschäftigung der einzelnen Arbeiter im Tagelohn, sondern die gewisser Verbände von Erdarbeitern, welche unter Führung eines Obmanns kleine Accorde für bestimmte Preise auszuführen übernehmen.

Man nennt in Norddeutschland diese Verbände: Schächte und die Obmänner: Schachtmeister.

Henz sagt über dieses System: „Das Motiv zur Annahme desselben, gegenüber dem der größeren Entrepriſen, ist hauptsächlich in der Unvollkommenheit der Vorarbeiten zu suchen, weil es bei der Vereinzelung der Ausführung während derselben noch Gelegenheit darbietet, den Umständen entsprechend, die getroffenen allgemeinen Dispositionen zu ändern und nach genauer Erkenntniß der Bodenbeschaffenheit derselben ganz im Einzelnen die Accordpreise anmessen zu können. Dieses Verfahren wird allerdings um so unabweisbarer, je weniger Mühe und Sorgfalt bei der vorhergegangenen Untersuchung der Bodenbeschaffenheiten, bei der Specialbearbeitung des Projects selbst und auf die Detaildispositionen der Erdbewegungen verwendet worden ist.

Diesen Bedingungen muß beim Entrepriſebau im vollständigsten Maße entsprochen sein, wenn der Preis mit der Leistung in ein richtiges Verhältniß gebracht werden soll. Nur zu häufig wird aber auf die Ausführung derartiger Arbeiten gedrängt, ehe die bezeichneten Vorarbeiten in gründlicher Weise festgestellt werden konnten, und da bleibt dann freilich nichts übrig, als durch Vereinzelung der Arbeiten das Versäumte während der Ausführung selbst nachzuholen.

Hierbei gilt als erste Bedingung, daß ein ausreichend mit den nöthigen Kenntnissen und Erfahrungen ausgerüstetes Personal für die Leitung und Beaufsichtigung zur Verfügung steht und ist vorzugsweise auf solche Persönlichkeiten Rücksicht zu nehmen, welche geeignet sind, unmittelbar mit Handarbeitern zu verkehren, deren Vertrauen zu gewinnen, um die Autorität der Bauverwaltung den Arbeitermassen gegenüber aufrecht zu erhalten.

Eine weitere Bedingung beim Regiebau ist auch die, daß den leitenden Lokalbeamten genügende Vollmacht zur freien Bewegung, Benutzung aller günstigen Umstände und zur Abwendung allen Schadens und jeder Gefahr ertheilt wird, da andernfalls häufig Stockungen des Fortschrittes nicht ausbleiben können. Insbesondere ist das sichtbare Eingreifen der oberen leitenden Behörde in das Detail der Ausführung zu vermeiden, weil dadurch sehr leicht die Autorität der Localbeamten den Arbeitern gegenüber verloren geht und sie selbst keinem festen Plane mehr folgen können.

Nur in dem Verhältniß der Erfüllung dieser Bedingungen erscheint der Regiebau geeignet, die Vortheile zu gewähren, welche derselbe überhaupt darzubieten geeignet ist."

Der Bau im Großaccord unterscheidet sich vom Regiebau dadurch, daß bei demselben größere zusammenhängende Arbeiten einem Unternehmer zur Ausführung übertragen werden, und zwar für einen durch Uebereinkom-

men festgestellten Geldbetrag zu einem bestimmten Termine und unter Garantie der Erfüllung aller dem Vertrage zum Grunde liegenden Bedingungen. Herz bemerkt hierüber: „Die Bauverwaltung steht bei diesem System nicht in unmittelbarem Verkehr mit den einzelnen Arbeitern und Arbeiterverbänden; vielmehr ist die Heranziehung, Anstellung und Bezahlung nicht minder als die Vorhaltung aller Geräthe und Werkzeuge, Sache des Unternehmers.

Die administrative Thätigkeit der Bauverwaltung ist auf diesem Wege auf ein sehr enges Feld zurückgeführt und Zeit und Kräfte derselben können mehr der technischen Leitung und Beaufsichtigung zugewendet werden.

Die Erdarbeits-Entrepriſen finden besonders dann nützliche Anwendung, wenn die betreffende Anlage eine für sich abgeschlossene ist, nach deren baldigen Vollendung jede Bauthätigkeit für immer eingestellt wird. Die Ausdehnung von Erdarbeits-Entrepriſen kann eine sehr verschiedene sein, von der Uebernahme sämmtlicher Arbeiten einer ganzen Anlage an, bis zur Ausführung derselben in einer einzelnen kleineren Unterabtheilung. Um die Concurrenz der Unternehmer nicht zu sehr zu beschränken, empfiehlt es sich die ganz großen, sog. General-Entrepriſen zu vermeiden, dieselben aber doch so groß anzunehmen, daß der Unternehmer seine Kräfte entwickeln kann, um kleine Verluste an einzelnen schwierigen Punkten durch größeren Gewinn bei anderen derselben Entreprise auszugleichen *).

Da bei dem Entrepriſenbau eine gewisse Arbeit für einen bestimmten Preis auf alleinige Gefahr des Unternehmers ausgeführt werden muß, so folgt daraus schon von selbst, daß die Leistungen vorher auf das Genaueste festgestellt werden müssen, so daß mit aller Sicherheit eine Berechnung darauf begründet werden kann. Dahin gehört zunächst, daß der Plan der Anlage selbst ganz vollständig in allen seinen Details unzweifelhaft festgestellt ist. Jede Unbestimmtheit und spätere Aenderung des Projects führt mehr oder weniger zu Reclamationen und zu Prozessen. Die Vorarbeiten müssen mit der größten Sorgfalt und Ausführlichkeit aufgestellt werden, um das Object des abzuschließenden Vertrags klar und fest bezeichnen zu können. Dieser Vertrag enthält eine genaue Beschreibung dessen, was dargestellt werden soll, wobei weder in Bezug auf Bodenbeschaffenheit noch auf Rauminhalt der Massen eine Garantie übernommen wird. Der Unternehmer bestimmt den Preis und hat sich von der Richtigkeit der Angaben im Ueberschlage selbst zu überzeugen. Die Vertragsbedingungen schließen, zur Vermeidung aller Streitigkeiten, jede spätere Diskussion über beide Gegenstände aus.“

In Süddeutschland ist dieses System der Entreprise (Pauschalentreprise) nicht in Anwendung, es werden zwar die Vorarbeiten ebenfalls so genau wie möglich festgestellt, allein es gründen sich die Kostenbeträge auf Einheitspreise und die Leistungen werden schließlich alle nach dem Ausmaß bezahlt.

*) Bei den badischen Bahnen werden gewöhnlich Loose von 2 bis 300000 fl. in Entreprise gegeben.

Die Nachtheile dieses Systems bestehen darin, daß der schließliche Kostenbetrag nicht ganz fest steht und die Bauverwaltuug mehr Mühe und Kosten für Aufsicht hat, allein auf der anderen Seite hat es die Vortheile, daß während des Baues noch zweckentsprechende Aenderungen des Projects vorgenommen werden können, daß die Voruntersuchungen weniger kosten und das Rifico des Unternehmers geringer ist, derselbe also auch niedrigere Preise machen kann. Bedeutende Einschnitte, worin verschiedene Bodenarten vorkommen, ferner Tunnels und Fundamentirungen von größeren Brücken, lassen sich zum Voraus nicht sicher veranschlagen, es muß deßhalb, soll der Unternehmer bei dem Pauschalaccord keinen Schaden leiden, der höchste Preis angenommen werden, dadurch werden sich aber die Kosten der ganzen Anlage höher stellen, wie bei dem System mit Ausmaß und es kann daher dieses Letztere als das beste System für größere Bauten empfohlen werden.

Die allgemeinen und besonderen Bedingungen, welche den Verträgen für Erdarbeiten in Entreprise mit Ausmaß zu Grunde gelegt werden, sind bei der Gr. bad. Bauverwaltung folgende:

Allgemeine Bedingungen für die Uebernahme größerer Arbeiten und Lieferungen.

§. 1. Bewerbungsfähigkeit.

Zur Bewerbung um Arbeiten und Lieferungen jeder Art werden nur solche Unternehmer zugelassen, welche, wofern sie nicht der Bauverwaltung schon genügend bekannt sind, durch glaubwürdige Zeugnisse nachweisen:

a) den Besitz der erforderlichen Mittel,
b) gutes Verhalten,
c) Tüchtigkeit und Erfahrung in der Ausführung der betreffenden Arbeiten oder Lieferungen für sich selbst, oder für die von ihnen aufzustellenden Stellvertreter oder Werkführer.

§. 2. Nähere Bestimmungen über die Vergebung.

Die Angebote sind nach dem zur Einsicht aufgelegten Muster schriftlich und versiegelt einzureichen.

Die Auswahl unter den Bewerbern wird ohne Rücksicht auf den Betrag der Angebote vorbehalten.

Sämmtliche Bewerber bleiben für die von ihnen gemachten Anerbietungen auf die Dauer von . . . . . Wochen selbst in dem Falle verbindlich, wenn die Bauverwaltung für gut finden sollte, wiederholte Vergebungsversuche anordnen zu lassen.

Nach erfolgter Annahme der Angebote wird zwischen einem Bevollmächtigten der Bauverwaltung und dem Unternehmer ein Vertrag in Doppelschrift abgeschlossen, welcher jedoch der Genehmigung der Oberbehörde unterliegt, nach deren Ertheilung dem Unternehmer ein Vertragsexemplar eingehändigt wird.

Einverständnisse unter den Bewerbern zum Nachtheile der Bauverwaltung begründen, wenn sie erst nach genehmigtem Vertrag zur Kenntniß der Behörde kommen, für diese das Recht, von dem Vertrage ohne Anrufen des Richters wieder abzugehen.

§. 3. Sicherheitsleistung für die Vertragserfüllung.

Unmittelbar nach Genehmigung des Vertrags hat der Unternehmer für die Erfüllung der von ihm eingegangenen Verbindlichkeiten in rechtsgiltiger Form Sicherheit zu leisten.

Die Cautionssumme wird in jedem einzelnen Falle von der Bauverwaltung nach der

Beschaffenheit der Leistung, dem Betrag der Voranschlagssumme und sonstigen Verhältnissen bestimmt.

Die Sicherheitsleistung geschieht entweder durch gerichtliche Verpfändung von Liegenschaften, deren Schätzungswerthe dem anderthalbfachen Betrage der Cautionssumme gleichkommt; oder durch Verpfändung von Capitalien, welche bei öffentlichen Cassen angelegt sind oder bei andern Schuldnern ausstehen und in rechtsgiltiger Weise durch Vorzugsrecht oder Unterpfand sicher gestellt sind, im einfachen Betrag der Cautionssumme; oder auch, sofern die Bauverwaltung es genügend findet, durch einen inländischen, notorisch vermöglichen, sammtverbindlichen Bürgen, welcher den Vertrag in letzterer Eigenschaft mitzuunterzeichnen hat.

Erst nachdem eine solche Sicherheit geleistet und von der Baubehörde angenommen ist, wird der Vertrag für diese verbindlich.

§. 4. Gerichtsstand des Unternehmers.

Ausländer nehmen im Sinne des §. 18 der badischen Prozeßordnung ihren Wohnsitz in dem Orte . . . . . .

§. 5. Unternehmer-Gesellschaften.

Wenn sich zwei oder mehrere Personen zur Uebernahme eines Accords vereinigen, so haben dieselben Einen aus ihrer Mitte urkundlich zu bezeichnen, welcher die dem Unternehmer der Bauverwaltung gegenüber obliegenden Verbindlichkeiten persönlich zu erfüllen hat und sowohl bei den Verhandlungen mit den Baubehörden als auch bei der Empfangnahme von Geldern und Bescheinigung für dieselben im Namen sämmtlicher Theilhaber rechtskräftig zu handeln befugt ist.

Für die aus dem Accord abzuleitenden Ansprüche der Bauverwaltung haftet jeder einzelne Theilhaber sammtverbindlich.

§. 6. Tod des Unternehmers.

Stirbt der Unternehmer vor Erfüllung seines Vertrags, so geht die unerfüllte Verbindlichkeit, unter fortdauernder Wirksamkeit der eingelegten Caution, auf dessen Erben über.

Der Baubehörde steht jedoch frei, von dem Vertrag, anstatt ihn mit den Erben fortzusetzen, unter verhältnißmäßiger Vergütung des bereits Geleisteten nach den Accordpreisen, abzugehen.

Wenn ein Vertrag mit mehreren Unternehmern abgeschlossen worden ist und auch nur einer derselben stirbt, so ist der Bauverwaltung bezüglich der Fortsetzung oder Auflösung des Vertrages gegenüber den Erben des Verstorbenen und den noch lebenden Unternehmern dasselbe Wahlrecht vorbehalten.

§. 7. Untervergebungen.

Untervergebungen einer übernommenen Arbeit können von dem Unternehmer nur mit Genehmigung der Bauverwaltung vorgenommen werden. Wird aber diese Genehmigung ertheilt, so steht es der Bauverwaltung frei, den Verdienst des Unteraccordanten zur Zahlung unmittelbar an denselben anzuweisen. Mit Ertheilung der Genehmigung der Untervergebung verzichtet jedoch die Bauverwaltung nicht auf das Recht, sich wegen der Vertragserfüllung bloß an den Hauptaccordanten und die von demselben gestellte Sicherheitsleistung zu halten.

Streitigkeiten, welche zwischen dem Hauptunternehmer und dem Unteraccordanten oder zwischen Gesellschaftsmitgliedern bezüglich Ausmaßes, gegenseitiger Forderungen u. dgl. entstehen, sind unter denselben allein auszutragen.

§. 8. Grundlagen des Uebernahmsvertrags.

Dem Vertrag über die Uebernahme von Bauarbeiten und Lieferungen liegen zu Grunde:

1) das Bedingnißheft,
2) der Voranschlag,
3) die Plane, nach denen die Gegenstände der Uebernahme herzustellen sind.

Der Unternehmer hat den Voranschlag, die Plane, sowie die allgemeinen und besonderen Bedingungen ausdrücklich als zum Vertrag gehörig unterschriftlich anzuerkennen.

Abschrift des Voranschlags erhält der Unternehmer unentgeltlich, wogegen er das Copiren der Zeichnungen entweder auf Verlangen selbst besorgen zu lassen hat, oder solches auf seine Kosten geschieht.

§. 9. Nähere Bestimmungen über die zu liefernden Arbeiten.

Alle Arbeiten, welche zur observanzmäßigen Vollendung des Ganzen wie des Einzelnen gehören, müssen, wenn sie auch in den Planen nicht besonders bezeichnet und im Ueberschlage nicht ausdrücklich angeführt sind, dennoch ohne besondere Vergütung geleistet werden.

§. 10. Anschaffung von Werkplätzen, Gerüsten und Geräthen.

Die Anschaffung und Herrichtung der erforderlichen Werk- und Materiallagerungsplätze liegt dem Unternehmer ohne Vergütung ob. Seine Sache ist es, sich mit den betreffenden Grundeigenthümern über die Ablassung derselben, sowie etwaiger Zu- und Abfuhrwege zu verständigen, und die Entschädigung dafür ist auch in dem Falle von dem Unternehmer zu leisten, wenn für die vorübergehende Benützung eines Grundstückes die Vermittlung der Bauverwaltung eintritt.

Ebenso liegt die Anschaffung aller zur Ausführung der Arbeiten erforderlichen Gerüste und Geräthe dem Unternehmer ob.

§. 11. Ordnung auf den Arbeitsplätzen.

Der Unternehmer oder die von ihm aufgestellten Vertreter oder Aufseher haben die Verpflichtung, jederzeit auf dem Arbeitsplatze anwesend zu sein.

Dieselben haben sich nach den Vorschriften, welche die Bezirkspolizei oder Bauverwaltung wegen der Aufrechthaltung der Ordnung, Reinlichkeit und Gesundheit auf den Arbeitsplätzen zu ertheilen für nothwendig erachten, strenge zu richten.

Jeder Bauhandwerker hat die Baustelle von dem von seiner Arbeit herrührenden Bauschutt zu reinigen.

Der Bauverwaltung steht das Recht zu, den Stellvertreter des Unternehmers, Bauaufseher und Arbeiter, wenn sie sich widerspenstig oder sonst ungebührlich betragen, auf eine gewisse Zeit oder für immer von der Baustelle zu entfernen.

Die verschiedenen Unternehmer auf einem Platze haben den Weisungen der Bauverwaltung zur Beseitigung von etwaigen gegenseitigen Störungen unweigerlich Folge zu leisten.

Es ist keinem Accordanten gestattet, Mannschaft, welche aus den Diensten der Bauverwaltung oder von einem ihrer Accordanten zur Strafe entlassen wurde, ohne Zustimmung des Entlassenden zu beschäftigen. Ebensowenig darf er durch Anerbieten höherer Löhne Mannschaft der Bauverwaltung oder deren Unternehmer an sich ziehen.

§. 12. Fürsorge für die Arbeiter.

Dem Unternehmer liegt es ob, die zur Sicherung der Arbeiter gegen Beschädigung bei der Arbeit nothwendigen Vorkehrungen zu treffen, und es ist derselbe für jeden Unglücksfall, welcher aus der Vernachlässigung dieser Obliegenheit entsteht, verantwortlich und zum Schadenersatz verpflichtet.

Der Unternehmer macht sich ferner verbindlich, der Verordnung der Centralbaubehörde über die Verpflegung kranker Arbeiter, welche einer jeden Vertragsfertigung beigeschlossen wird, pünktlich nachzukommen.

§. 13. Haftbarkeit des Unternehmers für die Arbeiter.

Der Unternehmer haftet in allen Fällen, in welchen durch die Handlungen und Versäumnisse seiner Stellvertreter, Aufseher und Arbeiter der Bauverwaltung irgend ein Schaden zugefügt werden sollte, für den Ersatz desselben.

§. 14. Sicherung des Straßenverkehrs und nachbarlichen Eigenthums.

Der Unternehmer hat dafür zu sorgen, daß, wo nicht amtlich eine Straßensperre verfügt ist, die Passage auf Feldwegen so wenig als auf Landstraßen durch seine Arbeiten unterbrochen werde, und ist für jeden Schaden und Unglücksfall verantwortlich, wenn die Sicherheit auf öffentlichen Wegen durch Versäumniß der nöthigen Vorsichtsmaßregeln gefährdet werden sollte.

Deßgleichen liegt es dem Unternehmer ob, für alle Beschädigungen einzustehen, welche in Folge der von ihm übernommenen Arbeiten nachbarlichen Gebäuden oder Gründen zugefügt werden.

§. 15. Werthvolle Funde.

Merkwürdige Natur- und Kunsterzeugnisse, welche bei Ausführung der Arbeiten gefunden werden, wie: Versteinerungen, seltene Mineralien, Münzen, Gebeine u. dgl., sind gegen angemessene Vergütung an die Bauverwaltung abzuliefern. Hierfür hat der Unternehmer zu haften. Außerdem wird im Falle der Verheimlichung eines solchen Fundes der schuldige Arbeiter oder Aufseher entlassen.

§. 16. Bau-Aufsicht.

Zur Beaufsichtigung der vertragsmäßigen Ausführung der Arbeiten wird das nöthige Aufsichtspersonal aufgestellt, dessen Anordnungen der Unternehmer Folge zu leisten hat. Bei Meinungsverschiedenheiten bleibt ihm jedoch die Berufung auf die Bezirksbaubehörde und in letzter Instanz auf die Centralbaubehörde frei.

Durch die Aufstellung von Aufsichtspersonal übernimmt indeß die Bauverwaltung keinerlei Verantwortlichkeit für die vorschriftsmäßige Herstellung der Arbeiten.

Es ist insbesondere Obliegenheit des Unternehmers, gegen Anordnungen des Aufsichtspersonals, welche seiner Ueberzeugung nach die Güte der Arbeit gefährden, oder eine nicht genehmigte Abänderung des Plans zur Folge haben, seine Einwendungen sogleich bei der Baubehörde vorzubringen, widrigenfalls alle etwaigen nachtheiligen Folgen aus derartigen Anordnungen dem Unternehmer allein zur Last fallen.

Unter keinen Umständen kann der Unternehmer eine schlechte Arbeit damit entschuldigen, daß sie unter Aufsicht des Bauführers ausgeführt worden sei.

§. 17. Bau-Vorschrift.

Ueber Einzelheiten der Bauten, welche aus Ueberschlag und Planen nicht zu ersehen sein sollten, ist schriftliche oder mündliche Vorschrift bei der Baubehörde einzuholen.

§. 18. Abänderungen an den Planen und Ueberschlägen.

Zur Richtschnur bei Ausführung der Bauarbeiten dienen die allgemeinen und besonderen Bedingungen, die Plane und der Kostenüberschlag, wovon in keinem Theile ohne Zustimmung der Bauverwaltung abgewichen werden darf. Sollte dessenungeachtet der Unternehmer sich eigenmächtige Abweichungen erlauben, so ist er dafür strenge verantwortlich. Er hat nicht nur für dergleichen Arbeiten keine Bezahlung anzusprechen, sondern auch dieselben auf seine Kosten nach der Anordnung der Baubehörde abzuändern. Findet sich dagegen die Bauverwaltung veranlaßt, in den dem Accorde zu Grunde gelegenen Planen Abänderungen vorzunehmen oder die Ausführung eines Baugegenstandes ganz zu unterlassen, so steht dem Unternehmer hiegegen keine Einsprache zu; er hat vielmehr die Anordnungen der Bauverwaltung unweigerlich zu befolgen. In solchen Fällen werden dem Unternehmer seine bereits aufgewendeten Kosten, sowie die Arbeiten, welche er nachträglicher Anordnung zufolge außerhalb seines Accordes zu leisten hat, nach Maßgabe der dem Accorde zu Grunde liegenden Preise unter Abzug der Abstreichsprocente vergütet, oder er erleidet einen verhältnißmäßigen Abzug für die weniger gelieferten Arbeiten und Materialien.

Glaubt der Unternehmer, daß durch eine Anordnung des den Bau leitenden Technikers oder durch eine Bestimmung des Plans oder Voranschlags die Dauerhaftigkeit der Arbeit gefährdet sei, so hat er sogleich der Bezirksbaubehörde, und wenn diese keine Abänderung veranlaßt, der Direction schriftliche Anzeige zu machen, widrigenfalls er in der in §. 16 bestimmten Weise für die Güte der Arbeit verantwortlich bleibt.

Preise für im Voranschlag nicht enthaltene Arbeiten werden im Verhältnisse der Accordpreise festgestellt und hievon die Abstreichsprocente abgezogen. Sollte der Unternehmer dergleichen, im Voranschlage nicht enthaltene oder von dem genehmigten Plane abweichende Arbeiten beginnen, ehe ein schriftliches Uebereinkommen hierwegen abgeschlossen ist und die Genehmigung erhalten hat, so begibt er sich hierdurch jeden Anspruchs auf Entschädigung für die Arbeit.

§. 19. Taglohnarbeiten.

Sollen auf besonderes schriftliches Verlangen der Baubehörde gewisse, von ihr genau bezeichnete Arbeiten, welche sich zur Uebernahme im Accord nicht eignen, oder durch gegenseitige Uebereinkunft von demselben ausgeschlossen worden sind, durch den Unternehmer auf Kosten der Bauverwaltung im Taglohn, dessen Größe im Voraus vereinbart sein muß, ausgeführt werden, so hat der Unternehmer vor deren Angriff dem Bauführer Anzeige zu machen, damit von letzterem hierüber Taglohnlisten geführt werden, in welche die verrichtete Arbeit, die damit zugebrachte Zeit und der Materialienverbrauch einzutragen, und welche von dem Unternehmer unterschriftlich anzuerkennen sind.

Für Taglohnarbeiten, welche nicht vor ihrem Angriffe zur Kenntniß des Bauführers gebracht und sofort mit Listen belegt worden sind, hat der Unternehmer keine Entschädigung anzusprechen.

Zu dergleichen Taglohnarbeiten sind nur vorzüglich tüchtige und fleißige Arbeiter zu verwenden.

Verlangt die Baubehörde für Arbeiten, welche sie unter ihrer alleinigen Aufsicht ausführen will, von dem Unternehmer Taglohnarbeiter, so hat derselbe die nach dem Ermessen der Bauverwaltung erforderliche Mannschaft innerhalb einer von dem Bauführer zu bestimmenden Frist zu stellen, ohne für dieselbe mehr als die sonst üblichen Taglohnpreise anrechnen zu können.

§. 20. Vollendungsfristen.

Damit das Bauwesen ohne nachtheilige Unterbrechung fortschreite und zur festgesetzten Zeit unfehlbar vollendet werde, sind für die Ausführung der verschiedenen Bauarbeiten gewisse Fristen anberaumt.

Wird der Unternehmer durch die Schuld der Bauleitung, z. B. durch Verzögerung von Grunderwerbungen beziehungsweise Besitzergreifung der Grundflächen, Abänderung der Bauplane u. dgl., oder aber durch Verzögerung der Arbeiten anderer Accordanten an dem Beginn oder der Fortsetzung seiner Arbeiten verhindert, so entschuldigt dies die Nichteinhaltung der Vollendungsfristen nur, wenn er sogleich bei dem Eintritt des Hindernisses der Bauleitung schriftliche Anzeige gemacht und um Fristverlängerung gebeten hat.

Die Bauverwaltung wird das Fristgesuch sofort prüfen und wenn es begründet sein sollte, eine angemessene Fristverlängerung eintreten lassen.

In keinem Falle begründen die in diesem Paragraphen bezeichneten Verzögerungen der einzelnen Arbeiten über die bestimmten Vollendungsfristen hinaus irgend welche Entschädigungsansprüche des Unternehmers an die Bauverwaltung.

§. 21. Betreibung der Arbeit.

Der Unternehmer hat die in den besonderen Bedingungen festgesetzten Zeitpunkte zum Beginn und zur Vollendung der Arbeit oder Lieferung genau einzuhalten und sich, wo eine solche besondere Bestimmung fehlen sollte, lediglich nach den Aufforderungen der Bauverwaltung zu richten.

Wenn der Unternehmer die in den besonderen Bedingungen oder die nach Vorstehendem festgesetzte Zeit zum Beginne sowohl als zur Vollendung nicht einhält, so ist derselbe durch bloßes Erscheinen des Tages, ohne daß es weiterer Aufforderung oder Mahnung bedarf, nach L.-R.-S. 1139 in Verzug gesetzt, wenn er nicht vor dem Erscheinen dieses Tages von der Bauverwaltung eine bestimmte schriftliche Fristverlängerung erwirkt hat.

Für den Fall des Verzugs mit dem Beginn oder der Vollendung der Arbeit oder Lieferung steht es der Bauverwaltung zu, die noch übrige Leistung auf gutfindende Weise anderweit zu vergeben, wobei der Unternehmer zum Ersatz sämmtlicher Mehrkosten verpflichtet ist und für die etwa von ihm selbst gemachten Vorbereitungen, Anschaffungen u. dgl. keinen Ersatz anzusprechen hat.

Im Falle das Vorrücken der Leistung des Accordanten mit dem Vorrücken der Zeit nicht im richtigen Verhältniß steht, so daß nach dem Ermessen der Bauverwaltung zu besorgen ist, es könne die Vollendungsfrist nach dem bisherigen Gange nicht eingehalten werden, kann dieselbe nach Belieben vorschreiten und auf Kosten des Accordanten alles dasjenige vorkehren, was

sie zur rechtzeitigen Vollendung oder Lieferung für geboten erachtet. Sie wird ihm übrigens ihre deßfallsige Anordnung vor deren Beginn urkundlich eröffnen, ohne jedoch durch einen etwaigen Widerspruch desselben am Vollzug gehindert zu sein.

Diese Bestimmungen kommen auch dann zur Anwendung, wenn der Uebernehmer seine Arbeiten oder Lieferungen nicht in der den besonderen Bedingungen entsprechenden Weise ausführt.

Für den Fall des Verzugs mit dem Beginne oder der Vollendung der Leistung ist der Unternehmer bloß dieses Verzugs wegen in die durch besondere Bedingungen festgesetzte Strafe verfallen, unbeschadet seiner daneben fortbestehenden Verbindlichkeit zum Ersatz des etwa dadurch verursachten Schadens, sowie ohne Rücksicht darauf, ob die Bauverwaltung nach den vorerwähnten Bestimmungen vorgefahren ist oder nicht.

§. 22. Maß und Gewicht.

Jeder Unternehmer hat die Meßgeräthe, deren er sich auf den Arbeitsplätzen bedient, nach den badischen Normalmaßen der Bauverwaltung richtig zu stellen.

Die Maß- und Gewichtsaufnahmen sämmtlicher Arbeiten oder Lieferungen geschehen während und nach der Ausführung derselben durch den Bauführer oder einen anderen Angestellten der Bauverwaltung in Gegenwart des Unternehmers oder seines Stellvertreters.

Die Resultate der Aufnahmen, welche während des Baues allmonatlich über die bereits vollzogene Leistung erfolgen, werden in ein eigenes hiezu anzulegendes Meßbuch eingetragen und von dem Unternehmer oder seinem Stellvertreter anerkannt. Die unterschriftliche Anerkennung des Einen von mehreren Unternehmern ist für die andern gleichfalls bindend.

Anrechnungen, welchen jene Nachweisung mangelt, werden nicht anerkannt; insbesondere kann keine Forderung aus früheren Perioden erst bei späteren Aufnahmen geltend gemacht werden.

Kann oder will der Unternehmer sich bei dem oben bemerkten Verfahren nicht beruhigen, so steht es ihm frei, zu den Aufnahmen einen verpflichteten Baumesser auf seine Kosten beizuziehen. Doch darf hiedurch die Arbeit in keiner Weise aufgehalten werden.

§. 23. Abschlagszahlungen und Zahlungen an Dritte.

Der Unternehmer erhält während des Baues auf den Grund der von dem Bauführer und der Bezirksbaubehörde beglaubigten Urkunden über Lieferung von zur Uebernahme vereigenschafteten Materialien und geleisteter Arbeit Abschlagszahlungen in dem Betrag von $^2/_3$ bis $^9/_{10}$ des Werthes seiner Leistungen. Genauere Bestimmungen über die Größe solcher Abschlagszahlungen werden innerhalb der bemerkten Grenzen und nach dem Vorschreiten der Arbeiten für jeden einzelnen Fall der Bauverwaltung vorbehalten.

Für zur Baustelle beigelieferte bearbeitete, aber im Bau noch nicht verwendete Materialien können Abschlagszahlungen nur in Folge besonderer Zustimmung der Centralbaubehörde geleistet werden.

Anweisungen anzunehmen und vorzumerken, wornach der Unternehmer dritte Personen für berechtigt erklärt, Zahlungen, welche noch nicht verfallen sind, seiner Zeit im Namen des Unternehmers zu erheben, ist die Verwaltung nicht verbunden.

Der Ort der Auszahlung ist . . . . . .

Wünscht der Unternehmer die Versendung des ihm zukommenden Geldes an einen andern Ort, so geschieht solche auf seine Kosten und Gefahr.

Der Bauverwaltung wird übrigens für alle Fälle das Recht eingeräumt, an Arbeiter, welche auf Rechnung des Unternehmers oder des Unteraccordanten beschäftigt waren, unmittelbare Zahlungen leisten zu lassen, wenn der Unternehmer oder Unteraccordant seinen Zahlungspflichten gegen dieselben nicht pünktlich nachkommen sollte und bei ihr Beschwerden hierwegen erhoben werden, die sie für begründet erachtet.

§. 24. Entschädigungsforderungen.

Forderungen von Aufbesserungen der accordirten Preise und Entschädigungen für Mehrauslagen, welche dem Unternehmer aus irgend welchen Umständen erwachsen, selbst wenn solche höherer Gewalt zuzuschreiben sind, finden keine Berücksichtigung. Ebensowenig dürfen Auslagen

für Brücken-, Weg- und Pflastergelder, Bauaufsicht, Bewachung der Baugegenstände, Geschirr, Gerüste u. dgl. besonders in Anrechnung gebracht werden.

Jede sonstige Forderung, worüber der Vertrag nichts ganz Bestimmtes enthält, hat der Unternehmer innerhalb 24 Stunden von dem Entstehen derselben an gerechnet, schriftlich zur Geltung zu bringen, widrigenfalls er jeden Anspruch auf Berücksichtigung hierwegen verliert.

§. 25. Uebernahme.

Nach Vollendung des ganzen Bauwesens und Uebergabe der Verdienstzettel und Maßurkunden findet die Uebernahme von Seiten der Bauverwaltung statt.

Bei der Uebernahme, welcher der Unternehmer oder dessen Stellvertreter anzuwohnen hat, wird eine genaue Untersuchung des Baugegenstandes vorgenommen. Zeigen sich hiebei nachträglich an den verwendeten Materialien oder an der geleisteten Arbeit Mängel, so hat diese der Unternehmer nach Anordnung der Bauverwaltung auf seine Kosten zu verbessern oder nach Umständen einen verhältnißmäßigen Abzug an seinem Verdienste zu erleiden.

Bei nothwendig werdenden Abänderungen muß der schuldhafte Unternehmer überdieß alle diejenigen Kosten tragen, welche durch etwaigen Ausbruch oder sonstige Beschädigung anderer mit den seinigen in Verbindung stehenden Arbeiten verursacht werden.

Jede Arbeit ist bis zu ihrer Uebernahme von dem Unternehmer auf seine Kosten vor Beschädigung zu schützen und in vollkommen gutem Zustande abzuliefern.

Ueber die Uebernahmsverhandlung wird ein von sämmtlichen Betheiligten unterschriftlich anzuerkennendes Protokoll aufgenommen.

Sollte der Uebernehmer oder sein Stellvertreter auf ergangene Aufforderung bei der Uebernahme nicht erschienen sein, so hat das Protokoll auch ohne seine oder des Vertreters Unterschrift volle Giltigkeit, sobald nur eine Urkundsperson zur Uebernahme beigezogen worden ist.

§. 26. Abrechnung.

Nach der Uebernahme des Bauwesens durch die Bauverwaltung wird auf den Grund des Erfundes bei derselben, der Maß- und Gewichtsurkunden und der Verdienstzettel das Kostenverzeichniß gefertigt, welches der Unternehmer zu prüfen und unter ausdrücklicher Verzichtleistung auf alle Nachforderungen für die in demselben enthaltenen Baugegenstände unterschriftlich anzuerkennen hat. So lange diese Anerkennung nicht erfolgt ist, wird das Restguthaben nicht ausbezahlt.

Das Kostenverzeichniß unterliegt der Prüfung der Centralbaubehörde, worauf die Ausbezahlung des Gesammtverdienstes genehmigt und dem Accordanten das Restguthaben ausgefolgt wird.

§. 27. Caution für die Dauer der Arbeiten oder Lieferungen.

Für die Dauer der gelieferten Materialien, sowie für die Güte der hergestellten Arbeit hat der Unternehmer von dem Tage der Uebernahme an auf die in den besonderen Bedingungen bestimmte Zeit in der Art Gewähr zu leisten, daß er jedes innerhalb dieser Zeit an der Arbeit oder Lieferung sich ergebende Gebrechen, sofern dasselbe nicht erweislich durch eine außerhalb seiner Verschuldung liegende Ursache entstanden ist, auf seine Kosten verbessert, für diese Verbesserung aber auf ebensolange Gewähr leistet, wie für die Arbeit selbst.

Wird die Verbesserung nicht auf ergangene Aufforderung innerhalb der von der Bauverwaltung bestimmten Frist von dem Unternehmer besorgt, so ist jene befugt, dieselbe auf Kosten des Unteruehmers selbst ausführen zu lassen.

Hat der Unternehmer die nach §. 3 erforderliche Sicherheit durch Pfänder gestellt, so werden ihm diese nach erfolgter Uebernahme der Arbeit auf sein Verlangen frei gegeben, wogegen er für die vorgedachte Gewährschaft anderweite Sicherheit durch Bürgen oder nach Umständen durch Zurückbehaltung eines Theiles seines Restguthabens zu leisten hat.

§. 28. Einstellung der Arbeiten und Lieferungen.

Sollten Verhältnisse eintreten, welche eine gänzliche oder theilweise Unterbrechung der Bauarbeiten zur Folge haben, so ist die Bauverwaltung berechtigt, von diesem Vertrage ohne Wei-

teres zurückzutreten, und es wird alsdann mit dem Unternehmer, welcher auf alle Entschädigungsansprüche ausdrücklich verzichtet, nur über die wirklich vollzogene Leistung abgerechnet werden. Jedoch soll dem Unternehmer 14 Tage vorher schriftliche Weisung hierüber zugehen.

Besondere Bedingungen für die Vergebung von Erdarbeiten.

§. 1. Aussteckung der Linie.

Die erste Aussteckung der Linie sowohl als auch der mit derselben in Verbindung stehenden Anlagen und Correctionen geschieht von Seiten und auf Kosten der Bauverwaltung. Zu allen nachher erforderlichen Aussteckungen, sowie zur Errichtung der Dammprofile hat der Unternehmer die nöthigen Stotzen, Pfähle, Stangen, Schnüre und Latten zu liefern, so weit sie nicht von der ersten Aussteckung vorhanden sind, auch hat er jeweils die hiezu nöthigen Handarbeiter unentgeltlich zu stellen.

§. 2. Vorbereitung der Baustelle.

Alle vorkommenden Baum- und Gesträuchwurzeln, welche in die zu bearbeitende Fläche fallen, hat der Unternehmer sorgfältig auszuroden, wogegen sie ihm als Entschädigung zu Eigenthum verbleiben.

Für Fälle, in welchen noch weitere Flächen auszuroden sind, z. B. Sicherheitsstreifen in Waldungen, werden besondere Bestimmungen vorbehalten. Die Entwässerung sumpfiger Stellen hat der Unternehmer, wo nicht in dem Voranschlag bei schwierigeren Arbeiten dieser Art eine Vergütung berechnet ist, ohne Entschädigung vorzunehmen.

An Bergabhängen ist auf der zur Aufnahme von Dämmen bestimmten Fläche, ehe mit der Anschüttung begonnen wird, um das Abrutschen der aufgeschütteten Masse zu verhindern, die Erdoberfläche aufzuhauen und in Stufen (Terrassen, Gräben) anzulegen.

§. 3. Aushebung der Einschnitte.

Die dem Voranschlage zu Grunde liegenden Preise für die Gewinnung der zu bewegenden Masse sind nach dem Erfund von Probegruben berechnet, welche in hinreichender Anzahl längs der ganzen Bahnlinie und auf den Materialgewinnungsplätzen eröffnet werden und von den Bewerbern um Erdarbeiten vor Abgabe ihres Angebotes besichtigt werden können.

Zeigt sich der zu bearbeitende Grund in Folge wechselnder Beschaffenheit oder Zudrang von Wasser u. drgl. bei der Ausführung schwieriger, als sich nach den Probegruben erwarten ließ, so hat der Unternehmer hiefür keine Erhöhung, zeigt sich der Grund hingegen leichter, keine Erniedrigung der dem Ueberschlag zu Grunde liegenden Preise zu gewärtigen.

Eine verhältnißmäßige Aenderung der im Ueberschlage vorgesehenen Preisansätze findet demgemäß nur in Folge einer Veränderung der mittleren Transportweite statt.

§. 4. Behandlung der Steine, guten Erde und Rasen.

Finden sich in den vorkommenden Einschnitten Steinmassen vor, welche zu andern Zwecken des Baues verwendet werden können, worüber lediglich die Bauverwaltung zu entscheiden hat, so hat der Unternehmer dieselben, nachdem sie von ihm ausgebrochen sind, zur Verfügung der Bauverwaltung an die von dieser anzuweisenden Orte zu schaffen.

Sämmtlicher in die Bauanlage fallender, zur Uebergründung geeigneter guter Boden und Rasen ist sorgfältig auszuheben, — letzterer in quadratischen Stücken von acht bis zehn Zoll Seite und drei Zoll gleichförmiger Dicke, — abseits zu lagern u. s. z. ohne Entschädigung zur Abdeckung von Böschungen, Urbarmachung von Grundstücken u. dgl. zu verwenden.

§. 5. Sprengarbeit.

In den Erdarbeiten [illegible] Beseitigen von Felsen gerechnet, d. h. von Gesteinsarten, [illegible] von Brecheisen, Keilen und Pulver nöthig hat. Bei [illegible] ten Vorsicht zu Werke zu gehen. Dasselbe ist in ab- [illegible] abwahren und zu bewachen; die Bohrladungen sind in [illegible] mit Reisig zu decken und es müssen vor Anzünden der- [illegible] Warnungszeichen gegeben werden.

§. 6. Grabarbeit.

Die Grabarbeit bei Kunst- und Hochbauten ist nach erfolgter Genehmigung sogleich nach den einzelnen Bestimmungen in Angriff zu nehmen und dieselbe entsprechend mit den nöthigen Kräften zu betreiben, so daß die andern Arbeiten auf die bestimmte Zeit begonnen werden können.

Insoweit im Ueberschlage keine besondere Summe ausgeworfen ist, hat der Unternehmer der Grabarbeit das nöthige Absprießen ganz auf seine Kosten zu besorgen, und es werden Rutschungen, die aus deren Unterlassung entstehen, nicht berücksichtigt, vielmehr hat der Unternehmer außerdem, daß er nichts hiefür erhält, auch die Hinterstampfung des Gerutschten auf seine Kosten zu besorgen und für sonst hierdurch entstandenen Schaden einzustehen.

Die Beseitigung des Grund- und Tagewassers ist Sache des Unternehmers der Grabarbeit bis zu dem Zeitpunkte, da der Unternehmer der Maurerarbeit die Baustelle benützt.

§. 7. Anlage der Dämme.

Die Anlage der Dämme hat unter den von der Bauverwaltung bestimmten Böschungswinkeln in der Art zu geschehen, daß die Erdmasse ordnungsmäßig in gleicher Höhe aufgeführt und vertheilt und die letzten fünf Fuß der Dammhöhe in höchstens Einen Fuß hohen Schichten angeschüttet werden. Der Unternehmer hat ferner mit Rücksicht auf das Setzen der angeschütteten Erdmasse der Aufdammung bei ihrer ersten Anlage schon eine jenes Setzens muthmaßlich ausgleichende Erhöhung zu geben. Wie viel diese Erhöhung zu betragen hat, wird in jedem einzelnen Falle während der Ausführung des Dammes von der Bauverwaltung bestimmt.

Wird zur Festigkeit einer Dammanlage theilweise Beseitigung oder besondere Vertheilung der gewonnenen Massen für nöthig erachtet, so hat der Unternehmer den ihm von der Bauverwaltung in dieser Hinsicht zukommenden Weisungen pünktlich Folge zu leisten.

Damit das im Laufe der Ausführung niederfallende Regenwasser nicht die Böschungen von Einschnitten und Dämmen beschädigt, zugleich aber auch ein rascheres Setzen derselben bewirke, sind die oberen Ränder der Einschnitte sowie die Ränder der Dammkrone stets etwas erhöht zu halten.

Bei Dammanschüttungen ist die Erde jeweils unmittelbar zunächst bei den Widerlagsmauern der Brücken und Dohlen so wie auch bei sogen. Kegelanschüttungen in Schichten von höchstens Ein Fuß Höhe durch Stößel gehörig festzustampfen.

§. 8. Reinplanirung.

Die Reinplanirung begreift die Herstellung des genauen Profils von Einschnitten und Dämmen, Gräben und Banketten, die Aushebung der Entwässerungsgräben, die Andeckung der Böschungen und Bankette mit den von dem Unternehmer zu diesem Zwecke gelagerten Materialien sowie sämmtliche, bis nach erfolgter Uebernahme des Baugegenstandes durch die Bauverwaltung hiebei vorkommenden Nachbesserungen.

§. 9. Beschädigung der Kunstbauten.

Der Unternehmer hat darüber zu wachen, daß durch die Ausführung von Erdarbeiten den bereits vollendeten oder in der Ausführung begriffenen Kunstbauten keinerlei Schaden zugefügt wird, und hat die ihm in dieser Beziehung von der Bauleitung in jedem einzelnen Falle zukommenden Vorschriften pünktlich zu befolgen.

Unter allen Umständen hat er Gegenstände, welche in Folge von Vernachlässigung vorstehender Vorschrift beschädigt wurden, auf seine Kosten wiederherzustellen.

§. 10. Plätze für die Gewinnung oder Ablagerung von Erdmassen.

Diejenigen Grundstücke, welche die Bauverwaltung zu Gewinnung oder Ablagerung von Erdmassen erwirbt und dem Unternehmer zu diesem Gebrauch anweist, sind von demselben genau in der von der Bauverwaltung festzusetzenden Ausdehnung und Gestalt auszuheben oder auszufüllen.

§. 11. Dienstbahnen.

Wo der Unternehmer Eisendienstbahnen verwendet, hat er alles nöthige Bahn- und Transportmaterial selbst zu stellen. Bei Bahnen, welche nicht mit Locomotiven befahren werden, muß auf mindestens je vier Fuß Länge eine Querschwelle angebracht werden

§. 12. Ausmaß.

Bei Berechnung der von dem Unternehmer geleisteten Arbeit wird bestimmt:

a) der Cubikgehalt der bewegten Masse durch Multiplikation des arithmetischen Mittels zweier anliegenden Querprofile mit deren Abstand, und zwar im Einschnitt, nicht aber in der Aufdammung;

b) die mittlere Transportweite durch Erhebung des Abstandes der Schwerpunkte von Einschnitt und Aufdammung.

Dem Kostenanschlag wird eine besondere Transporttabelle zu Grunde gelegt, nach deren Ansätzen auch die Kosten für größere oder kleinere Transportweiten, als sie im Ueberschlag vorgesehen waren, berechnet werden.

Müssen die zu bewegenden Massen neben der horizontalen Fortbewegung zugleich gehoben werden, so wird bei einer Ansteigung der Schwerpunkte in Einschnitt und Auffüllung unter fünf Procent, nicht besonders vergütet; beträgt dieselbe aber über fünf Procent, so wird für jeden weiteren Fuß Höhendifferenz über diese fünf Procent beider Schwerpunkte der horizontalen Entfernung derselben zwanzig Fuß zugerechnet und nach der sich hiernach entziffernden Gesammtlänge der Preis gemäß der in den Voranschlägen enthaltenen Transportscala ermittelt. Dieser Zuschlag findet in der Regel nur da statt, wo er in dem Ueberschlage speciell vorgesehen ist. Bei den Baugruben der Kunst- und Hochbauten insbesondere jedoch findet dieser Zuschlag für Verticaltransport nur in dem oben erwähnten Fall statt, daß er im Ueberschlag speciell vorgesehen ist.

§. 13. Caution für die Dauer der Arbeit.

Für die pünktliche Ausführung der Einschnitte und Dämme und die Erhaltung derselben in ihrer vorschriftsmäßigen Gestalt haftet der Unternehmer bis nach erfolgter Uebernahme des Baugegenstandes durch die Bauverwaltung und hat derselbe bis zu diesem Zeitpunkte alle an den von ihm ausgeführten Erdarbeiten sich ergebenden Mängel und Beschädigungen, insoferne solche nicht erweislich durch Andere verschuldet worden sind, auf seine Kosten zu verbessern. Jedenfalls liegt ihm die Nachbesserung ob, wenn bis zu dem erwähnten Zeitpunkt Senkungen der Aufdammungen eintreten.

§. 45.

Normalprofil des lichten Raumes.

Für die Entfernungen der Baulichkeiten einer Eisenbahn von den Geleisen wurden schon vor 20 Jahren gewisse Normalmaße bei den deutschen Eisenbahnen festgesetzt. Die Versammlung deutscher Eisenbahntechniker in Wien im Jahre 1857 gab davon eine bildliche Darstellung und nannte sie „Normalprofil des lichten Raumes".

In den technischen Vereinbarungen deutscher Eisenbahnen vom Jahre 1866, wovon der Hauptinhalt in dem §. 69 enthalten ist, heißt der Absatz 8:

„Auf der freien Bahn und denjenigen Geleisen der Bahnhöfe, auf welchen Personenzüge bewegt werden, ist das Normalprofil des lichten Raums *mindestens* inne zu halten."

Es ist dieses Profil auf Taf. VIII[a] angegeben. Fig. 6 u. 7.

Auf der badischen Staatsbahn wird in neuerer Zeit auf freier Bahn und auf den Stationen die Entfernung erhöhter Gegenstände: als Kunstbauten, Gebäude, Verladeplätze, Excenter- und Beleuchtungsstöcke zu 7·5 Fuß oder 2·25 Mtr. angenommen.

Die Höhe des Trottoirs 1 Fuß oder 0·3 Mtr. über Schienenkopf.

Neunter Abschnitt.

Oberbau.

Oberbau.

§. 46.

Allgemeine Bemerkungen.

Unter Oberbau einer Eisenbahn versteht man zunächst die mit Eisen belegten Geleise oder Radbahnen, worauf die Wagenräder der Fahrzeuge laufen, sowie alle jene Constructionen, welche zur soliden und möglichst unveränderlichen Festhaltung der Schienen auf dem Unterbau oder dem Erdkörper der Bahn erforderlich sind.

Sowohl die Form der Schienen als auch die Art ihrer Befestigung unter sich auf dem Erdkörper der Bahn ist bei den bis jetzt zur Ausführung gekommenen Eisenbahnen außerordentlich verschieden, und es wird daher unsere Aufgabe sein, diejenigen Constructionen herauszuheben, welche im Allgemeinen nach den bisherigen Erfahrungen als die zweckmäßigeren betrachtet werden müssen. Der erste und natürlichste Gedanke war bei den ersten Anlagen von Radbahnen der: die die Lasten tragenden Schienen ihrer ganzen Länge nach auf dem Bahnkörper aufliegen zu lassen und sie auf hölzerne Schwellen oder Fundamentsteine mittelst Nägeln, Schrauben, Lagerstühlen ꝛc. festzuhalten; diesem Grundsatze blieben trotz der mannigfaltigen Variationen der Schienenformen und der Befestigungsmittel fast alle früheren Bahnen treu. Erst in den Jahren von 1820 bis 30 fing man hin und wieder an die damals gußeisernen Schienen, wahrscheinlich der Kosten wegen, nur theilweise auf dem Bahnkörper aufruhen zu lassen und sie nur in kleinen Abständen durch Quaderstücke, die in den Erdkörper der Bahn versenkt waren, zu unterstützen; zwischen diesen Stützen mußten die Schienen sich und die zufälligen Lasten frei tragen. Auch bei dem Bau der ersten größeren Bahn zwischen Liverpool und Manchester, die man zu Anfang der 1830er Jahre in jeder Beziehung als eine Musterbahn ansah, wurden isolirte Stützpunkte für die Schienen gewählt und dieses System fand dazumal vielseitige Nachahmung.

Amerika, dem englischen Muster anfänglich folgend, konnte natürlich da, wo Kapital und Lokalverhältnisse es gestatteten, nur das erwähnte System

annehmen; dennoch änderten sich die Ansichten bald, indem man bei mehreren Bahnen wieder eine ununterbrochene Steinunterlage anwendete. Auf den meisten Bahnen aber benutzte man in der Folge, aufgefordert durch den niedrigen Preis des guten und dauerhaften Holzes, statt Stein, Holz in Verbindung mit Stein oder Holz allein, indem man die Schienen auf Quaderblöcke und Langschwellen, oder auf Quer- und Langschwellen mit Nägeln befestigte.

In England sowohl als in Amerika wurde indessen von anerkannt ausgezeichneten Ingenieuren, als wie Brunel, Hartley, Gibbs, Robinson u. a. m. die theilweise Unterstützung der Schienen verworfen und eine fortlaufende Unterstützung derselben von Holz als zweckmäßiger in technischer Beziehung empfohlen, während auf der andern Seite wieder andere technische Autoritäten, wie Stephenson, Locke u. a., das System der theilweisen Unterstützung eifrig in Schutz nahmen.

Hiernach stellen sich für den Oberbau der Bahnen im Allgemeinen zwei verschiedene Systeme heraus:

1) das System mit theilweiser Unterstützung und

2) das System mit fortlaufender Unterstützung der Schienen.

In beiden Fällen können Stein, Holz oder Eisen als Unterstützungsmittel der Schienen dienen.

Das erstere System heißt auch das englische oder Stuhlsystem, das letztere das amerikanische oder Langschwellensystem. Zu dem ersten System rechnen wir auch das in Deutschland übliche mit breitbasigen Schienen und Unterstützung auf Steinwürfeln oder Querschwellen.

Wir wollen in dem Folgenden jedes dieser Systeme einzeln behandeln, zuvor jedoch die Bahnschienen als bei beiden Systemen in gleichen Formen und Dimensionen vorkommend betrachten.

§. 47.

Von den Bahnschienen.

Ueberblickt man die Anzahl von Schienenformen, welche schon angewendet wurden, und wovon die am häufigsten vorkommenden Formen auf Taf. X. dargestellt sind, so findet man dieselben in den verschiedenartigsten Modificationen ihrer Gestalt und Größe und es geht daraus klar hervor, daß man sich bis auf die neueste Zeit weniger an allgemeine theoretische Principien, als vielmehr meistens nur an das schon Bestehende hielt, und dasjenige nachahmte, was von ausgezeichneten Ingenieuren empfohlen wurde. Uebrigens scheint man in neuerer Zeit zu der Ueberzeugung gekommen zu sein, daß die Vignole-Schienen besser als alle andern sind, und daß eine Verbindung dieser Schienen mit Laschen und ihre Befestigung auf Querschwellen mit sogenannten Hakenkloben zweckmäßiger ist, als mittelst Stühlen oder Chairs und Keilen oder mittelst Nägeln und Schrauben.

Im Allgemeinen lassen sich die bis jetzt angewendeten Schienenformen in 8 Classen bringen:

1) Flachschiene auf Langschwellen,
2) Brückschiene oder Brunelschiene auf Lang- und Querschwellen, Taf. X, Fig. 13, 21 und 31,
3) Sattelschiene nach Seaton's System auf Langschwellen,
4) Kanten- oder Zschiene auf Lang- und Querschwellen, Fig. 33,
5) Stuhlschiene auf Querschwellen, Fig. 1 bis 12,
6) breitbasige oder Vignole-Schiene auf Quer- und Langschwellen, Fig. 22 bis 30,
7) Barlowschiene ohne Unterlagen, Taf. XIII., Fig. 3,
8) zusammengesetzte Schienen mit Querschwellen. Taf. XIV, Fig. 25 bis 33.

Die Flachschienen sind für Bahnen mit Locomotivbetrieb zu schwach und werden daher nicht mehr angewendet. Die Brückschienen haben eine weit größere Festigkeit wie die Flachschienen, eignen sich aber auch vorzugsweise nur für Langschwellenunterlage und sind daher wenig in Anwendung. Die Sattelschiene auf dreieckigen Langschwellen wurde in neuerer Zeit auf der Great-Westernbahn angewendet, sie erfordert bei gleicher Steifigkeit mehr Material wie die breitbasige Schiene und bedingt Langschwellenunterlage, die für die Unterhaltung der Bahn nicht so vortheilhaft ist wie Querschwellenunterlage. Die Zschienen erfordern ebenfalls Langschwellen, kosten viel Unterhaltung und eignen sich nur in sehr holzreichen Gegenden. Die Stuhlschienen waren früher sehr verbreitet, sind aber allmählig verschwunden, weil sich die breitbasige Schiene für schwere Locomotiven besser bewährte. Die Barlowschiene fand in England wenig Nachahmung, ebenso haben sich die in Amerika im Jahre 1850 aufgekommenen zusammengesetzten Schienen nicht gut bewährt.

§. 48.

Material zu den Schienen.

Vor dem Jahr 1827 und selbst bis zur Erbauung der Manchester-Liverpool-Bahn hat man fast ausschließlich das Gußeisen zu den Schienen verwendet. Man hatte gewöhnlich die sogenannten Flachschienen mit erhabenem Seitenrande in Anwendung, auf denen jedes gewöhnliche Straßenfuhrwerk mit entsprechender Spurweite benutzt werden konnte. Allein die große Sprödigkeit des Gußeisens, welche keine große Geschwindigkeit der Wagenzüge zuließ, sowie der Umstand, daß die einzelnen Schienenstücke nur 1·5—1·8 Mtr. lang fehlerfrei gegossen werden konnten, mochten zunächst die Veranlassung gewesen sein, das Gußeisen durch das gewalzte Schmiedeeisen zu ersetzen, aus dem man Schienenstücke bis zu 7·5 Mtr. Länge und 200 bis 250 Ktl. Gewicht anzufertigen im Stande ist.

Seit jener Bahnherstellung zwischen Manchester und Liverpool sind die gewalzten Schmiedeisenschienen ausschließlich bei allen Eisenbahnen von Bedeutung angewendet worden, da sie bei gleicher Tragkraft kaum halb so viel

Material bedürfen, als gußeiserne Schienen, während das Gußeisen mehr als die Hälfte des Walzeisens kostet, und überdieß ihre Abnutzung weit geringer ist. §. 69. (11)

Schmiedeisen wird bekanntlich durch den Frischproceß aus Roheisen erzeugt, welch letzteres eine Verbindung von 2½ bis 5 Proc. Kohlenstoff mit reinem Eisen ist und außerdem mehr oder weniger fremde Beimengungen, wie Schwefel, Phosphor 2c. erhält.

Durch den Frischprozeß im Puddelofen wird dem Roheisen der Kohlenstoff ganz oder theilweise, je nachdem man Schmiedeisen oder Stahl erzeugen will, entzogen und werden die fremden Beimengungen ausgeschieden. Entzieht man dem Roheisen bis zu ¼ Proc. den Kohlenstoff, so entsteht das Feinkorneisen, ein Material, welches sich sehr gut zur Bildung der Schienenköpfe eignet.

Wird das Schmiedeisen in Stäbe ausgeschmiedet oder gewalzt, so entsteht durch längeres Glühen desselben in Kohlenpulver der sog. Cementstahl.

Entzieht man dem Roheisen im Puddelofen den Kohlengehalt zu ½ bis 2 Proc., so ist das Product Puddelstahl, ein Material, welches sich zur Schienenfabrikation vorzüglich eignet. Puddelstahl ist nicht viel theurer wie Schmiedeisen und werden daher bei Bahnen in starken Steigungen und scharfen Krümmungen mit Vortheil Puddelstahlschienen verwendet.

Bessemer nimmt den Frischproceß in einer Retorte vor, in welcher er das flüssige Roheisen (graues manganhaltiges) mit comprimirter Luft in Verbindung setzt und so demselben bis zu 2 Proc. Kohlenstoff entzieht. Das Product ist unter dem Namen Bessemer-Stahl bekannt.

Wird Cement-, Puddel- oder Bessemer-Stahl in Tiegeln umgeschmolzen und zwar mit einem Zusatz von Mangan, so entsteht der sog. Gußstahl.

Sowohl Bessemer-Stahl wie hauptsächlich aber Gußstahl werden zu Schienen ausgewalzt und dienen dieselben zur Fertigung der Weichen und Kreuzungen.

§. 49.

Fabrikation der Schienen.

Nach den auf Erfahrung gestützten Annahmen der meisten Eisenbahningenieure sind: Härte, Zähigkeit, vorzügliche Schweißung und Homogenität die Eigenschaften, welche gute Schienen besitzen sollen. Nächstdem muß eine gewalzte Schiene

1) bei einem gleichmäßigen Hitzgrad gewalzt und durchaus fehlerfrei sein;
2) ein vollkommen gleiches Profil haben, besonders an den Enden, damit 2 Schienen am Stoße gleichsam ein Ganzes bilden;
3) eine vollkommen gerade Richtung zeigen;
4) eine bestimmte Länge haben, z. B. 4·5 bis 6 Mtr.

a) Zubereitung des Eisens.

Das Erz, woraus zunächst das Gußeisen gewonnen wird, enthält in England im Allgemeinen etwa 30 Procent Roheisen. Es wird dieses Erz mit

334 Theilen gleichzeitig mit 100 Theilen Kalkstein und mit 250 Theilen Coaks in den Hochofen eingesetzt. Man erhält nun aus demselben verschiedene Sorten Roheisen, welche leicht an der Farbe ihres Bruches zu erkennen sind. Je lichtgrauer der Bruch, desto besser das Eisen. Dieses Roheisen wird theilweise wieder in sogenannten Feineisenöfen geschmolzen; bei dieser Operation sondern sich die Schlacken großentheils aus und man erhält ein reineres Eisen. Dieses ist je nach der Mischung des Roheisens von verschiedener Qualität. Zu ganz gutem Fabrikat wird bloß graues Eisen verwendet; zu geringerer Waare gewöhnlich $^1/_2$ graues und $^1/_2$ weißes Gußeisen; für Schienen ist das Verhältniß häufig $^1/_3$ graues und $^2/_3$ Roheisen.

b) Zubereitung der Puddlingsbarren oder Eisen Nro. 1, 2, 3, 4.

In den Puddlingsöfen werden gewöhnlich zweierlei Eisensorten zubereitet. Die Mischung beider ist:

1) bessere Qualität, 400 Theile Feineisen auf 100 Theile Roheisen;

2) geringere Sorte, 100 Theile Feineisen auf 400 Theile Roheisen.

Ein Zusatz von Roheisen ist stets nöthig, damit der Proceß des Puddelns vor sich gehen kann. Ein zu reines Eisen schmilzt leicht zusammen und verhindert dadurch das Absondern der Kohlen und Kohlensäure.

Das bis zu einem breiartigen festen Teige gebrachte Puddlingseisen wird nun in einzelnen Klumpen von beiläufig 0·027 Kubikmtr. Größe unter den sog. Quetschhammer gebracht, wobei die Schlackentheile abermals sich ausscheiden, und dann die Masse eine solche Form erhält, daß sie in die Vorwalze eingesetzt werden kann. Hier werden nun einzelne Barrenstücke von 3 bis 5 engl. Zoll Breite und $^3/_4$ bis 1 Zoll Dicke auf 10 bis 15′ Länge ausgewalzt; sie sind von rauher Oberfläche, an den Kanten gerissen und niemals ein vollkommen gleichartiges Eisen. Der Bruch zeigt gewöhnlich matten dunkeln Faden mit eingesprengten körnigen Parthien.

Wird die unter (1) angegebene Mischung zwischen Fein- und Roheisen gewählt, so erhält man die bessere Sorte des unter Nro. 1 bekannten Schmiedeisens; bei Anwendung der unter (2) angeführten Mischung aber die geringere Sorte Eisen Nro. 1.

Werden nun die so ausgewalzten Eisenstäbe von Eisen Nro. 1 nochmals in Stücke von 4 bis 5′ Länge zerschnitten, daraus Paquete von 6—8″ Höhe gebildet und diese in sog. Schweißöfen bis zur Weißglühhitze eingesetzt, hierauf abermals in der Vorwalze zu Barren ausgewalzt, so erhält man die Eisensorte Nro. 2. Dieses Eisen hat schon scharfe Kanten, glatte Oberfläche und zeigt auf dem Bruche hellgrauen Faden.

Eisen Nro. 3 nennt man dasjenige, welches durch Auswalzen des Eisens Nro. 2 entsteht; durch ein neues Walzen des Eisens Nro. 3 erhält man das Eisen Nro. 4 ꝛc.

Man wählt zur Fabrikation guter Schienen das unter Nro. 2 bekannte Eisen, welches frei von allen Schlacken sein muß, und bezeichnet diese Qualität von Schienen dann mit Eisen Nr. 3, oder wenn nur zu den Köpfen und

Fußplatten der Schienen das erwähnte Eisen Nro. 2 genommen wird, während das Innere der Schienen aus der geringen Sorte Nro. 1 besteht, so erhält dann die fabricirte Schiene Eisen Nro. 3 und Nro. 2. Diese letztere Annahme ist jetzt allerwärts üblich.

c) Auswalzen der Schienen.

Die gewöhnliche Zusammensetzung der Schienenpaquete besteht aus ¼ Eisen Nro. 1 und ¼ Eisen Nro. 2 oder 3, und zwar sind die Eisensorten so angeordnet, daß die bessere Eisenqualität zur Umhüllung der geringeren dient. Es ist erforderlich, daß die einzelnen Stäbe gerade sind, um ein dichtes Paquetiren zu gestatten, auch dürfen die umhüllenden keine Brüche und Risse haben.

Fast überall hat die rasche Abnützung und Verdrückung des Schienenkopfs auf die Nothwendigkeit hingewiesen, der Erzeugung dieses ganz besondere Sorgfalt zu widmen und dadurch, sowie aus dem Umstande, daß eine Schiene sich nur biegen kann, wenn die Eisentheile am Kopf zusammengedrückt und die am Fuße ausgedehnt werden, in Veranlassung gegeben zu sehr verschiedenem Verfahren in der Schienenfabrikation, die alle auf den gemeinsamen Zweck hinauslaufen: den Kopf der Schiene aus hartem feinkörnigem Eisen und den Steg und Fuß aus gutem starksehnigem Eisen zu bilden.*)

Die Fig. 1 bis 6, Taf. XXXVIII. zeigen die Zusammensetzung mehrerer Paquete, wie solche in dem Walzwerk zu Decazeville in Frankreich für Doppelparallelschienen üblich sind. Die Barren, welche in der Zeichnung schraffirt sind, bestehen aus Eisen Nro. 2, die Uebrigen aus Eisen Nro. 1.

Auf andern Walzwerken, besonders auf den Rheinpreußischen, sind die Querschnitte Fig. 8 in Uebung. Die Breite der Paquete ist gewöhnlich gleich der Höhe gleich 0·18 Mtr. Die einzelnen Lagen in den Paqueten sind 0·03 Mtr. stark und die Länge der Paquete richtet sich nach dem Gewichte, welches die zu walzende Schiene haben soll. Das Paquetgewicht wird gewöhnlich um ¼ größer angenommen als das Gewicht der fertigen Schiene. Dieses ¼ ist für den Verlust beim Schweißen und für die abzuschneidenden rauhen Enden bestimmt.

Wieder auf andern Walzwerken werden die Paquete nur aus einer Sorte Eisen gebildet, was hinsichtlich der Schweißung vortheilhaft ist. Die mittlern Lagen der Paquete sind beiläufig nur halb so breit, als die äußern, damit durch die Fugen das Feuer gehörig eindringen und das Paquet im Innern eben so heiß wird, als an der Außenfläche. Bei der Paquetirung Fig. 7 sind dreierlei Eisensorten angewendet; a ist gutes Eisen Nro. 2 und es gibt die untere Lage den Kopf der Schiene, b ist Eisen Nro. 1 geringe Sorte, das übrige Eisen Nro. 1 bessere Sorte. Bei der Paquetirung Fig. 9 ist a gutes körniges Eisen Nro. 2 und gibt den Kopf, b gutes sehniges Eisen Nro. 2,

*) In der Praxis hat sich diese Schienenfabrikation nicht ganz bewährt, daher man in neuerer Zeit mehr darauf besteht, daß Kopf und Fuß aus gutem Eisen sein müssen.

c Eisen Nro. 1 geringe Sorte. Bei der Paquetirung Fig. 10 sind abgenutzte Brückschienen verwendet, die Umhüllung besteht aus Eisen Nro. 2.

In England und Wales sind in den Walzwerken zwei verschiedene Formen charakteristisch: hohe und niedrige Paquete. Erstere sind in der Tafe-Vale, Ebbro-Vale und andern Eisenwerken in Anwendung. Ihre gewöhnliche Anordnung zeigt die Fig. 11; sie sind 8 bis 9″ engl. breit, 9 bis 10″ hoch und ihre Länge variirt mit dem Gewichte der Schienen. Für Schienen von 71 Pfund pro Yard und 18′ Länge ist das Paquet 35″ lang. Die schraffirten Platten sind Eisen Nro. 2. Die niedrigen Paquete kommen in den meisten Eisenwerken Staffordshire's und nur noch in wenigen von Wales zur Schienenfabrikation vor. Ihre allgemeine Zusammensetzung zeigt die Fig. 12. Sie sind 7—8 engl. Zoll hoch, 6—7″ breit und in der Länge verschieden, wie die hohen Paquete. Beide Arten von Paqueten haben ihre Vorzüge und Nachtheile. Während der durchschnittliche Querschnitt der niedrigen Paquete etwa 42 □″ beträgt, ist der der hohen 80 □Zoll, also nahe das Doppelte, und hierin ist der Hauptvorzug der hohen Paquete begründet. Der Querschnitt einer gewöhnlichen Vignole-Schiene beträgt z. B. 7·18 □Zoll, zu dem die 80 □Zoll durch die Walzen zusammengepreßt werden, es ist klar, daß unter sonst gleichen Umständen jedenfalls ein dichteres und festeres Eisen mit sicherer Gewähr vollkommener Schweißung der Erfolg sein muß, als durch eine solche Reduction von 42 □Zoll. Durch die Zeichnungen ist angegeben, daß das hohe Paquet am obern, den Kopf der Schiene bildenden Theil zwei Eisenplatten enthält, während bei den niederen Paqueten eine Platte diesen Theil bildet, und ist diese Verschiedenheit unbedingt ein Vorzug der letztern, indem dadurch die Schweißnaht auf dem Kopfe der Schiene vermieden wird.

Bei den hannöver'schen Schienen wurde die Paquetirung Fig. 13 gewählt, um einen bessern Schienenkopf zu erhalten.

Von den in England ausgeführten Patent-Verfahren ist das Thorneycroft'sche vorzugsweise zu erwähnen. Die Schienenpaquete haben die Zusammensetzung Fig. 14. a ist Holzkohleneisen und gibt den Kopf der Schiene, b Eisen Nro. 2 und c Eisen Nro. 1. Die Paquete sind 7″ hoch und 6¼″ breit.

Jedes Paquet gibt eine Schiene, indem es in dem sog. Schweißofen zur Weißglühhitze gebracht und in diesem Zustande in die Schienenwalzen eingeführt wird.

Das Auswalzen einer Schiene geschieht mit einer einmaligen Hitze und es muß das betreffende Paquet, je nach der Form, welche die Schiene erhalten soll, gewöhnlich 10 bis 14mal rasch hintereinander durch die Walzen laufen, bis das Paquet zur Schiene ausgestreckt ist.

Man benutzt in der Regel 2 Paare nebeneinander gestellte Walzen, die sog. Rauhwalze, Fig. 15, und die Feinwalze, Fig. 16; erstere, um aus dem Paquet die Schiene ihrer Hauptgestalt nach zu bilden, letztere, um ihr allmälig die beabsichtigte Form und Länge zu geben.

Die Rauhwalze hat gewöhnlich 5—7 Durchläufe oder Gänge, die Fein-

gültig sein, sondern muß es vielmehr Grundsatz bleiben, den Steg so dünn als möglich zu machen und die noch disponiblen Massen, bei gegebenem Gewichte, vor Allem auf Bildung des Kopfs und Fußes der Schiene zu verwenden. Dieß gilt in gleichem Maße für Stuhl- wie für breitbasige Schienen.

Man ist zwar mitunter der Meinung gewesen, daß der Fuß bei den Stuhlschienen entbehrlich sei, und alles nach Bildung des Kopfs noch verhandene Material zum Steg, also zur Erreichung möglichst großer Höhe verwendet werden dürfe; sehr bald überzeugte man sich jedoch von der Unzweckmäßigkeit dieser Form und gab später dem Stege immer eine Verstärkung an dem untern Ende, oder bildete sogar einen Fuß mit gleicher Stärke mit dem Kopfe, was noch mit manchen Bequemlichkeiten bei der Fabrikation und der Verwendung verknüpft ist.

Die kleinste Dicke des Fußes bei breitbasigen Schienen kann ohne Gefahr einer bleibenden Biegung und wegen der Fabrikation der Schienen nicht geringer als 0·01 bis 0·012 Mtr. angenommen werden; die Breite des Fußes ist dergestalt zu bestimmen, daß die Schienen durch die Hackennägel noch gehörig gefaßt, und beim Uebergange vom Steg zum Fuß möglichst kräftig gehalten werden können. Das Uebergreifen eines Hackennagels muß 0·015 Mtr. betragen und für die Abrundung an der Fußplatte dürfte wenigstens 0·021 Mtr. gerechnet werden; es beträgt daher bei dem Minimum der Stegbreite von 0·013 Mtr. die kleinste Fußbreite $2 \times 0{\cdot}015 + 2 \times 0{\cdot}021 + 0{\cdot}013 = 0{\cdot}085$ Mtr.

Wenn eine viel größere Fußbreite, wie die berechnete, hinsichtlich der Auswalzung des Fußes nicht zweckmäßig sein würde, indem derselbe bei seiner geringen Stärke häufig unganz bliebe, dabei aber auch den Nachtheil hätte, daß, wie die Versuche von Weishaupt klar darthun, die äußersten Längskanten des Fußes nicht im Stande wären, den Biegungen des Steges gleichmäßig zu folgen, ein Umstand, der wohl einige Berücksichtigung verdient, so dürfte eine etwas geringere Breite als 0·085 Mtr. aber schon deßhalb nicht statthaft sein, weil die Schiene nicht Stabilität genug hätte, und es hat sich daher auch eine Breite des Fußes von 0·09 Mtr. für 0·12 Mtr. hohe Schienen als genügend und vollkommen sicher, bezüglich einer Drehung um die äußere Kante des Fußes, bewährt. Bei den meisten ausgeführten Bahnen wechseln die Fußbreiten zwischen 0·09 und 0·12 Mtr. Die badische Vignoles-Schiene hat eine Fußbreite von 0·105 Mtr.

Dieß vorausgesetzt, soll nun zunächst untersucht werden, welche von den beiden Formen der breitbasigen Schienen den Vorzug verdient; erst nachdem dieß entschieden, soll eine Vergleichung der Stuhlschiene mit der Vignoles-Schiene von gleichem Gewichte angestellt und daraus gefolgert werden, welche Schiene im Allgemeinen die beste ist.

Die Hauptfrage wird die sein, welche Schiene hat bei gleichem Gewichte unter zu vergleichenden Schienen die größte Tragfähigkeit, die Vignoles-

Schiene oder die Brückschiene? Um diese Frage zu beantworten, betrachten wir 2 Balken von den Querschnitten Fig. 1 und 2, Taf. XIV., so ergeben sich die Biegungsmomente, d. h. die Produkte aus dem Elasticitätsmodul und der Summe der Momente aller Spannungen für die neutrale Achse, welche durch den Schwerpunkt gehend angenommen ist, für die Vignoles-Schiene bei den in der Figur eingeschriebenen Bezeichnungen, und wenn E den Elasticitätsmodul bedeutet:

$$\frac{E}{3}\Big(a_1\,[(h_1-b)^3+(b+b_1-h_1)^3]+a\,[h_1^3-(h_1-b)^3]+$$
$$+a_2\,[(b+b_1+b_2-h_1)^3-(b+b_1-h_1)^3]\Big)$$

worin $h_1=\frac{1}{2}\cdot\frac{ab^2+a_1b_1^2+a_2b_2^2+2\,[a_1bb_1+a_2b_2(b+b_1)]}{ab+a_1b_1+a_2b_2}$.

Für die Brückschiene:

$$\frac{E}{3}\Big(a_1\,[(h_1-b)^3+(b+b_1-h_1)^3]+a\,(h_1-b)^3]+$$
$$+a_2\,[(b+b_1+b_2-h_1)^3-(b+b_1-h_1)^3]\Big)$$

worin

$$h_1=\frac{1}{2}\cdot\frac{ab^2+a_1b_1^2+a_2b_2^2+2\,[a_1bb_1+a_2b_2(b+b_1)]}{ab+a_1b_1+a_2b_2}.$$

Für die Stuhlschiene ohne Fuß, Fig. 3, erhielten wir:

$$\frac{E}{3}\Big(ah_1^3-(a-a_1)\,(h_1-b)^3+a_1\,(b_1+b-h_1)^3\Big)$$

worin $$h_1=\frac{1}{2}\cdot\frac{ab^2+a_1b_1^2+2a_1bb_1}{ab+a_1b_1}.$$

Für die Stuhlschiene, deren Fuß so stark wie der Kopf, Fig. 4, ergäbe sich das Biegungsmoment:

$$\frac{E}{12}\Big(a_1b_1^3+a\,(b^3-b_1^3)\Big).$$

Nehmen wir für die Buchstaben entsprechende Werthe an, die zugleich der Bedingung genügen, daß die Gewichte beider Schienen gleich sind, z. B.

	für die Vignolesschiene	für die Brückschiene
a . . .	10·5 Cent.	8 Cent.
a_1 . . .	1·5 „	2·4 „
a_2 . . .	6·0 „	6·0 „
b . . .	1·0 „	1·0 „
b_1 . . .	8·5 „	8·1 „
b_2 . . .	2·5 „	1·8 „

so ergeben sich die Werthe von h_1 beziehungsweise = 6·1 und 5·4 Cent., und die Biegungsmomente verhalten sich wie 748·14 : 532·95 oder wie 1·4 : 1. Eine Vergleichung der Vignoles-Schiene mit der Stuhlschiene, Fig. 4, ergibt bei der Annahme von entsprechenden Werthen, z. B. a = 6; b = 11·34; a_1 = 1·5 und b_1 = 6·34 das Biegungsmoment 633·5E; es verhalten sich also die Biegungsmomente der Vignoles- und Stuhlschiene wie 748·14 : 633·5 oder wie 1·18 : 1.

gültig sein, sondern muß es vielmehr Grundsatz bleiben, den Steg so dünn als möglich zu machen und die noch disponiblen Massen, bei gegebenem Gewichte, *vor Allem auf Bildung des Kopfs und Fußes der Schiene* zu verwenden. Dieß gilt in gleichem Maße für Stuhl- wie für breitbasige Schienen.

Man ist zwar mitunter der Meinung gewesen, daß der Fuß bei den Stuhlschienen entbehrlich sei, und alles nach Bildung des Kopfs noch vorhandene Material zum Steg, also zur Erreichung möglichst großer Höhe verwendet werden dürfe; sehr bald überzeugte man sich jedoch von der Unzweckmäßigkeit dieser Form und gab später dem Stege immer eine Verstärkung an dem untern Ende, oder bildete sogar einen Fuß mit gleicher Stärke mit dem Kopfe, was noch mit manchen Bequemlichkeiten bei der Fabrikation und der Verwendung verknüpft ist.

Die kleinste Dicke des Fußes bei breitbasigen Schienen kann ohne Gefahr einer bleibenden Biegung und wegen der Fabrikation der Schienen nicht geringer als 0·01 bis 0·012 Mtr. angenommen werden; die Breite des Fußes ist dergestalt zu bestimmen, daß die Schienen durch die Hackennägel noch gehörig gefaßt, und beim Uebergange vom Steg zum Fuß möglichst kräftig gehalten werden können. Das Uebergreifen eines Hackennagels muß 0·015 Mtr. betragen und für die Abrundung an der Fußplatte dürfte wenigstens 0·021 Mtr. gerechnet werden; es beträgt daher bei dem Minimum der Stegbreite von 0·013 Mtr. die kleinste Fußbreite $2 \times 0{\cdot}015 + 2 \times 0{\cdot}021 + 0{\cdot}013 = 0{\cdot}085$ Mtr.

Wenn eine viel größere Fußbreite, wie die berechnete, hinsichtlich der Auswalzung des Fußes nicht zweckmäßig sein würde, indem derselbe bei seiner geringen Stärke häufig unganz bliebe, dabei aber auch den Nachtheil hätte, daß, wie die Versuche von Weishaupt klar darthun, die äußersten Längskanten des Fußes nicht im Stande wären, den Biegungen des Steges gleichmäßig zu folgen, ein Umstand, der wohl einige Berücksichtigung verdient, so dürfte eine etwas geringere Breite als 0·085 Mtr. aber schon deßhalb nicht statthaft sein, weil die Schiene nicht Stabilität genug hätte, und es hat sich daher auch eine Breite des Fußes von 0·09 Mtr. für 0·12 Mtr. hohe Schienen als genügend und vollkommen sicher, bezüglich einer Drehung um die äußere Kante des Fußes, bewährt. Bei den meisten ausgeführten Bahnen wechseln die Fußbreiten zwischen 0·09 und 0·12 Mtr. Die badische Vignoles-Schiene hat eine Fußbreite von 0·105 Mtr.

Dieß vorausgesetzt, soll nun zunächst untersucht werden, welche von den beiden Formen der *breitbasigen Schienen* den Vorzug verdient; erst nachdem dieß entschieden, soll eine Vergleichung der Stuhlschiene mit der Vignoles-Schiene *von gleichem Gewichte* angestellt und daraus gefolgert werden, welche Schiene im Allgemeinen *die beste* ist.

Die Hauptfrage wird die sein, welche Schiene hat bei gleichem Gewichte beider zu vergleichenden Schienen die größte Tragfähigkeit, die Vignoles-

Entfernung der Stützpunkte = 3 Fuß.

Benennung der Bahn.	Form der Schiene.	Dimension der Schiene in rheinl. Maß.				Gewicht pro laufenden Fuß.	Tragfähigkeit der Schiene								Reihenfolge der Schienen in Bezug ihrer Tragfähigkeit bis zum Bruche.
							innerhalb der Gränzen der vollkommenen Elasticität					bis zum Bruche			
										Durchschnittsmaß der Biegung.					
		Höhe.	Breite.				mindestens.	höchstens.	Mittel.	pro Centner.	im Ganzen.	mindestens.	höchstens.	Mittel.	
			Kopf.	Fuß.	Steg.										
		Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Pfund.	Centner.	Centner.	Centner.	Zoll.	Zoll.	Centner.	Centner.	Centner.	Nr.
Stargard-Posener	Breitb.	4·5	2·3	4	0·65	22·82	112	229	152	0·00037	0·056	526	553	538	4
Niederschlesisch-Märkische	„	4·5	2·12	3·81	0·69	22	166	166	166	0·000373	0·062	607	607	607	1
Dieselbe	„	4·5	2·13	3·68	0·63	22	157	175	166	0·000375	0·062	562	562	562	3
Ostbahn	„	4·5	2·17	4	0·63	22	130	229	170	0·000384	0·065	535	616	577	2
Berlin-Potsdam .	Stuhl	4·5	2·35	2	0·75	20	130	166	150	0·000416	0·062	463	526	495	7
Thüringische . .	Breitb.	4·25	2·31	3·65	0·68	22	130	166	148	0·000417	0·062	517	526	522	5
Berlin-Hamburg .	„	4	2·26	3·8	0·8	22·15	103	121	112	0·000454	0·051	508	517	512	6
Westphälische . .	Stuhl	4·5	2·3	1·5	0·75	19·5	112	157	130	0·000455	0·060	355	391	373	9
Berlin-Anhalt . .	„	4·41	2·26	1·87	0·71	19·3	94	103	97	0·000482	0·047	363	363	363	10
Dieselbe	„	3·91	2·43	1·81	0·58	18	112	121	117	0.000561	0·066	382	382	382	8
Westphälische . .	„	4	2·34	1·65	0·75	18	103	121	110	0·000569	0·063	319	319	319	11
Niederschlesisch-Märkische	Breitb.	3·25	2·4	3·75	0·55	18·6	72	90	81	0·000667	0·054	310	328	319	11
Dieselbe	Brück	2·33	1·95	4·45	2·0	15·4	44	58	51	0·00189	0·096	166	166	166	12
Magdeburg-Leipzig	„	2·15	2·0	4·65	2·0	14·0	26	39	31	0·00213	0·066	121	157	139	13

Hieraus ist ersichtlich:

1) Daß die Stuhlschienen, selbst wenn sie in Bezug auf Biegung sehr hoch stehen, in Bezug auf Bruch den breitbasigen Schienen nachbleiben. Dieser Umstand dürfte wichtig genug sein, um bei dem Entwurf zu neuen Schienenformen beachtet zu werden, da neben dem für gewöhnlich beanspruchten Widerstand gegen Biegung der Widerstand gegen Bruch für außergewöhnliche Fälle, als große Geschwindigkeit der bewegten Last, starke Stöße, strengen Frost ꝛc., nicht außer Acht gelassen werden darf, und dieß um so weniger, als die Gränzen der vollkommenen Elasticität namentlich an den Stößen gar leicht überschritten werden. Nach vorstehender Tabelle gehört hierzu bei 3 Fuß freier Tragweite nur etwa $^2/_3$ Linien Biegung. Glücklicherweise geht die Eigenschaft der vollkommenen Elasticität weit über die Gränzen der ersten bleibenden Biegung hinaus, wie auch bereits anderweitig anerkannt ist.

Es läßt sich aus dieser Eigenschaft elastischer Körper erklären, daß trotz der starken Verbiegungen der Schienen ein Bruch so selten vorkommt. Die Durchbiegung, welche sich bildet, entspricht der schwersten auf der Bahn bewegten Last, der Last auf den Triebrädern der Locomotive, und die Schiene kehrt nach jedem Passiren einer solchen Last auf die einmal angenommene bleibende Biegung zurück. So lange nun das Gewicht der Locomotive und die Geschwindigkeit der Züge nicht vergrößert wird, tritt kein Zuwachs an Biegung ein. Die Gränzen für diesen Zustand dürften in dem Erfahrungssatze gefunden werden, wonach eine den Wirkungen bewegter Last ausgesetzte Eisenstange so lange nicht brechen wird, als die in Folge dieser Wirkung entstehende Durchbiegung nicht mehr als $^1/_3$ der Durchbiegung vor dem Bruche beträgt. Wenn es darnach scheinen könnte, als ob auf schwach wellenförmige Biegungen des Gestänges sehr häufig mit zu großer Besorgniß geblickt würde, so muß andererseits auf so manche bedenkliche Thatsache verwiesen werden, durch welche diese Besorgniß nur zu sehr begründet wird. Die Wirkungen des Frostes auf den Oberbau in feuchten Einschnitten und nach vorhergegangenem Regen auch auf anderen Stellen der Bahn, der Zustand des Oberbaues bald nach dem Eintritte von Thauwetter und die Unmöglichkeit, alle Schwellen gleich gut und fest zu unterstopfen, bewirken gar oft, daß einzelne Schwellen eine Lage annehmen, welche von den normirten Niveauverhältnissen abweicht. An solchen Punkten ist die Fallhöhe der bewegten Last eine größere, als an andern ordnungsmäßig liegenden Stellen; die vorhandenen Durchbiegungen werden sich deßhalb dort angemessen vergrößern. Auf diese Weise entstehen allmälig Biegungen, welche die vorbemerkten ungefährlichen Gränzen überschreiten und anfangs wenig, bei Wiederkehr solcher Umstände aber immer mehr Brüche nach sich ziehen. Die Beibehaltung durchgebogener Schienen wird man deßhalb nicht gut heißen können, ganz abgesehen davon, daß sie den gesammten Oberbau beweglich machen, die Unterhaltung desselben vertheuern, die Anwendung kräftiger Maschinen für schwere Güterzüge und für Schnell-

züge verhindern, und die Sicherheit des Betriebs im Allgemeinen, besonders aber für Schnellzüge gefährden.

2) Daß eine breitbasige Schiene von 22 Pfund Gewicht pro laufenden Fuß mit höchstens 166 Centner, eine Stuhlschiene von 19·5 bis 20 Pfund Gewicht mit höchstens 157 Centner und eine solche von 18 Pfund pro laufenden Fuß mit 121 Centner belastet werden darf, wenn die Gränze der vollkommenen Elasticität nicht überschritten werden soll.

Ein weiterer Umstand, welcher für die breitbasigen Schienen spricht, ist ferner der, daß sie bei gleicher Höhe mit den Stuhlschienen weit mehr Widerstand gegen seitliche Verbiegungen leisten als letztere, und daß diese Differenz theils um so größer ist, je mehr die Breite des Fußes wächst, theils weit über dem Gewichtsverhältniß steht. Letzteres ist z. B. für die Ostbahnschiene wie 19·5:22 oder wie 1:1·13, während die Seitenverbiegungen für 58 Ctr. Belastung und 3′ Tragweite bei ersterer 3·15 mal so groß sind, als bei letzterer.

Ein Hauptentscheidungsgrund für die Wahl einer oder der andern Schienenform dürfte wohl in der Befestigungsart der Schienen unter sich und auf ihre Unterlager liegen, sowohl die Vignoles- als die Stuhlschienen gestatten die sog. Laschenverbindung, durch welche die einzelnen Schienen am solidesten zu einem Strange vereinigt werden, allein die ersteren können einfach mit Hackennägeln auf die Holzunterlager befestigt werden, während die letzteren nur mit Anwendung weiterer Zwischenstücke, die man Stühle (Chairs) nennt, ihre Befestigung erhalten. Wenn man aus Gründen der Einfachheit in der Construction der Bahn der Vignoles-Schiene schon deßhalb den Vorzug einräumen wollte, weil sie auch, ohne die Kosten der Bahn zu vergrößern, schwerer gemacht werden kann, indem das Kapital zur Anschaffung der Schienenstühle für die Schiene selbst disponibel ist, ferner weil die Stuhlschienen selten fest in ihren Lagen ruhen, da die Keile, womit die Schienen in dieselben eingezwängt werden, immer wieder durch die Erschütterungen und Temperaturwechsel locker werden, und daß durch Brechen eines Stuhls große Unglücksfälle entstehen können, und endlich auch das Umwenden der Doppelstuhlschienen keinen praktischen Werth hat, indem sie einmal abgenutzt, nicht in das Lager passen, so dürfte doch erst dann ein vollständig richtiges Urtheil gefällt werden, wenn die Oberbausysteme einer nähern Betrachtung unterworfen sind.

Was nun die Schienengewichte betrifft, so lassen sich diese nur nach der Erfahrung richtig festsetzen.

Die per Yard 35 Pfund schweren T Schienen der Boston-Lovell Bahn hielten nur 5 bis 6 Jahre, während welcher Zeit 425000 Tonnen Totalgewicht darüber gegangen waren. Beim 2ten Geleise dieser Bahn hatte man 56 Pfund schwere Schienen aufgelegt, sie wurden unbrauchbar, nachdem circa 1000000 Tonnen darüber gegangen waren; die neuesten Schienen dieser Bahn sind nun 63 Pfd. schwer.

Die Liverpool-Manchester Bahn hatte anfänglich 35 Pfund schwere Schienen, sie hielten kaum 3 Jahre lang, nachdem über sie circa 900000 Tonnen gegangen waren. Man vermehrte dieses Gewicht mit Erfolg nach und nach auf 50, 62, 70 und mehr Pfunde, ja auf andern englischen Bahnen stieg man nach und nach auf 85 bis 90 Pfund; dabei sind aber die Gewichte der Locomotiven, welche anfänglich 12 Tonnen waren, bis auf 22 und 24 Tonnen vergrößert worden, und die Fahrgeschwindigkeit stieg bis auf 50 und 60 engl. Meilen per Zeit-Stunde. Die Entfernung der Stützpunkte wechselte bei diesen Schienen von 3 bis 5 Fuß.

Die Schienengewichte der meisten norddeutschen Bahnen schwanken zwischen 58 und 68 Pfund per Yard, gewöhnlich sind sie 20 bis 22 Pfund per laufenden Fuß bei den breitbasigen Schienen, und 18 bis 20 Pfund bei den Doppelstuhlschienen.

In Frankreich wurde für Hauptbahnen ein Gewicht von 60 bis 61 Pfd. per Yard oder 30 Kilgr. per Meter angenommen.

Auf den meisten amerikanischen Bahnen, bei denen die Schienen größtentheils fortlaufende Unterstützung haben, schwanken die Gewichte der älteren Schienen zwischen 40 und 50 Pfund; dieselben zeigten sich jedoch bald als zu gering, da die Schienen nach 7 bis 8 Jahren abgenutzt waren, und wurden auf 60 bis 70 Pfund vergrößert.

Auf der badischen Bahn hatte man anfänglich bei dem Langschwellensystem Schienengewichte von 42 bad. Pfund bei 13 bis 14 Tonnen schweren Maschinen, deren Dauerzeit war im Mittel 8 bis 10 Jahre. Für das zweite Geleise vermehrte man, da auch die Locomotivgewichte bis auf 20 und 24 Tonnen stiegen, das Gewicht auf 52 Pfund, und bei dem Umbau der Bahn in das enge Geleise nahm man sogar 67·5 Pfund, legte aber die Schienen auf Querschwellen.

Es geht aus vorliegenden Wahrnehmungen hervor, daß die Dauerzeit der Schienen von der Größe des Verkehrs, dem Gewichte der Maschinen und Wagenzüge, der Qualität des Eisens, von der Schwere der Schienen, ihrer Form und Befestigungsweise abhängig ist, sowie daß es mit Rücksichtnahme auf das Anlagekapital angemessen sein dürfte, das Schienengewicht im Verhältniß zu den Locomotivgewichten wachsen und fallen zu lassen.

Was die Form der Schienen in Beziehung auf ihre Längenansicht betrifft, so hat man Schienen, welche ihrer ganzen Länge nach gleiche Querschnitte haben, sog. Parallelschienen, und solche, bei dem freitragenden System, welche zwischen den Ruhepunkten eine ellyptisch geformte Stehrippe besitzen, sog. Fischbauchschienen. Diese letztere Form wird in neuerer Zeit nicht mehr angewendet, indem sie schwierig zu walzen ist und sowohl bei der Fabrikation der Schienen als auch bei deren Legung, besonders in den Bahnhöfen so viele Abfälle entstehen, daß man es für ökonomisch vortheilhafter gefunden hat, den Schienen durchweg eine gleiche Höhe zu geben, damit sie an jedem Punkte eine Ablängung zulassen.

Die Länge, auf welche man in neueſter Zeit die einzelnen Schienen auswalzt, beträgt je nach dem Gewichte derſelben 5—6 Mtr. Die Fabrikation iſt bis jetzt ſo weit gediehen, daß Schienenlängen von 7·5 Mtr. fehlerfrei ausgewalzt werden können.

§. 51.

Abnutzung der Schienen auf Eiſenbahnen.

Die Abnutzung der Schienen wurde durch die Erfahrung der mechaniſchen Arbeit des Reibungswiderſtandes, durch den ſie erfolgt, proportional gefunden. Durch die Einwirkung der Wagen auf die Schienen der Eiſenbahn wird für 1000 Kilogrammeter ausgeübter mechaniſcher Arbeit 0·04 bis 0·05 Gramm Gewichtsverluſt bewirkt bei Eiſen von mittlerer Härte; bei gewöhnlicher Reibung von Eiſen auf Eiſen iſt für langſame Bewegung der Gewichtsverluſt nur 0·02 bis 0·03 Gramm für hartes, und 0·05—0·06 Gramm für weiches Eiſen; wirkt das Triebrad einer Locomotive heftig auf einen und denſelben Schienentheil ein, und findet Wärme-Entwickelung ſtatt, ſo kann der Verluſt bis auf 0·06 und 0·1 Gramm ſteigen. Jede Laſt, welche von einer Locomotive gezogen über die Bahn geht, bewirkt eine zweimal größere Abnutzung der Schienen, als wenn dieſelbe Laſt, durch andere Bewegkraft veranlaßt, über die Schienen geht.

Die geſammte Abnutzung an beiden Schienen einer Bahn beträgt nach Durchlaufung von

1 Myriameter 100 Gramm für eine Maſchine ohne Wagenzug;
„ „ 12½ „ für einen leeren Wagen;
„ „ 4 „ für eine Tonne transportirter Laſt.

Für einen Zug mit 10 Wagen, wovon jeder mit 3 Tonnen belaſtet iſt, wäre demnach die Abnutzung für 1 Myriameter Länge der Eiſenbahn 100 + 125 + 120 = 345 Gramm.*)

Nach Beobachtungen an der Eiſenbahn von Liverpool nach Mancheſter werden die Schienen im Jahr um 1/90 Zoll (0·00028 Mtr.) niederer. Poloneeau hat auf der Eiſenbahn von Mühlhauſen nach Thann, die ſeit 3½ Jahren eröffnet war, und auf der täglich 4 Bahnzüge circuliren, einen Millimeter Abnutzung gefunden, was in einem Jahre wieder 0·00028 Mtr. ausmacht.

§. 52.

Einfluß der Temperatur auf die Länge der Schienen.

Durch den Temperaturwechſel werden bekanntlich alle Körper entweder ausgedehnt oder zuſammengezogen. Auf dieſen Einfluß der Kälte und Wärme iſt beim Legen der Schienen Rückſicht zu nehmen, wenn das Eiſengeſtänge oder die einzelnen Schienenſtränge in Beziehung auf ihr Alignement nicht in Unordnung gerathen ſollen.

*) Organ für die Fortſchritte des Eiſenbahnweſens. 1848.

Die durch den Temperaturwechsel herbeigeführte Längendifferenz beträgt bei jeder Schiene $^1/_{85000}$ der Länge für jeden Grad Reaumur. Die beim Legen der Schienen stattfindende Temperatur bestimmt daher die zwischen den Stößen zu lassenden Zwischenräume, und man bedient sich hierbei, um diese Räume überall gleich entsprechend groß zu machen, eines Stücks Eisenblech von der übereinstimmenden Dicke, welches während der Befestigung der Schienen auf ihr Unterlager zwischen die Stoßenden gehalten wird.

Man kann annehmen, daß die höchste Temperatur im Sommer bei den in Süddeutschland bestehenden klimatischen Verhältnissen in der Sonne bis auf 40 Grad steigt, während die tiefste Temperatur im Winter bis auf — 28 Grad fällt. Es tritt somit möglicherweise ein Temperaturunterschied von 68 Grad ein. Unter Null Grad Reaumur wird man selten das Geschäft des Schienenlegens betreiben, und man wird sich daher in der Ausführung höchstens dreier Eisenbleche von verschiedener Dicke bedienen, eines für die mittlere Temperatur von 0 bis 10° mit 3·2 Millimtr. oder 1·06 bad. Linien Dicke, das 2te für die mittlere Temperatur von 10 bis 20° mit 2·3 Millim. oder 0·76 Linien Dicke, das 3te für die mittlere Temperatur von 20 bis 30° von 1·3 Millimtr. oder 0·433 Linien Dicke.

Sollte während des Legens der Schienen die hohe Temperatur zwischen 30 bis 40 Grad eintreten, so würde man die Schienen satt an einander stoßen.

Bei den pfälzischen Bahnen werden bei dem Schienenlegen an den Stößen folgende Zwischenräume gelassen:

bei	+ 50	bis	35°	R =	1	Millimtr.
„	+ 20	„	30°	R =	2	„
„	+ 10	„	20°	R =	3	„
„	+ 0	„	10°	R =	4	„
	+ 0	„	10°	R =	5	„

Die Enden der Schienen wurden früher häufig schräge unter einem Winkel von 45° abgeschnitten oder überplattet, um einen allmäligen Uebergang von einer Schiene auf die andere zu gewinnen. Bei sorgfältiger Befestigung der Schienenenden auf ihre Unterlager und unter sich kann der rechtwinkliche stumpfe Abschnitt der Schienenenden um so eher ohne Bedenken zugelassen werden, als die erstere Methode jedenfalls das Nachtheilige hat, daß der spitze Winkel, welcher sich bei dem schrägen Schnitte ergibt, durch die Wagenräder leicht beschädigt wird, und man fast allerwärts die Laschenverbindung an den Stößen einführt, wodurch der Schienenstrang an allen Punkten die gleiche Festigkeit und Tragkraft erhält, sodann aber auch als die Kosten der Schienen selbst dadurch um etwas vermindert werden.

Schließlich mag noch hier erwähnt werden, daß man um der Schienenbahn die dem Conus der Räder entsprechende schiefe Lage zu geben, die Achse der symmetrischen Schiene gegen die Verticale mit $^1/_{16}$ bis $^1/_{20}$ neigt. (Techn. Vereinb. §. 69. (15)

Wir gehen nun zu dem eigentlichen Geleisebau einer Bahn über.

§. 53.

Oberbau mit unterbrochener Unterstützung der Schienen.

Es wurde bereits bemerkt, daß das charakteristische Merkmal dieses Systems darin bestehe, daß in gewissen Entfernungen von einander Unterlagen, seien sie von Stein, Holz oder Eisen, angebracht werden, auf welchen sich entweder die Zwischenmittel für die Befestigung der Schienen, die sog. Stühle (Chairs) befinden, oder auf denen die Schienen unmittelbar befestigt sind. Das letztere geschieht in der Regel bei breitbasigen Schienen, das erstere bei den einfachen T Schienen oder Doppelparallelschienen.

Die erwähnten Unterlagen können nun entweder unter jedem der beiden zusammengehörigen Schienenstränge so angebracht sein, daß sie von einander ganz und gar unabhängig sind, d. h. sie können isolirte Unterstützungspunkte bilden, oder sie können jeweils im Querprofil der Bahn ein gemeinschaftliches Auflager für die Schienen eines Geleises bilden. In dem ersten Falle wählt man in der Regel Quaderstücke und befestigt darauf die Schienen mit Hülfe gußeiserner Lagerstühle; in dem letztern Falle aber hölzerne Querschwellen, auf die sodann die Schienen wiederum mittelst der Stühle, oder unmittelbar mit ihren Fußplatten befestigt werden können. In beiden Fällen müssen aber die Schienen eine solche Stärke haben, daß sie die Lasten der Locomotive und Wagen, ohne sich merklich zu biegen, tragen können. Wir wollen nun zunächst die verschiedenen Unterlagsmethoden der Reihe nach betrachten.

§. 54.

Steine zur Unterstützung der Schienen.

Die Tauglichkeit der Steine als Unterlagen für die Bahnschienen hängt von ihrer Größe und Festigkeit ab. Die größtmögliche Dichtigkeit und eine Härte, welche deren Bearbeitung ohne allzu bedeutende Kosten zuläßt, macht dieselben empfehlenswerth. Ein solcher Stein, welcher auch in der Regel die Anwendung eines gußeisernen Lagerstuhls nöthig macht, um die Schiene solid befestigen zu können, erhält meistens einen körperlichen Inhalt von 4—5 Kbkf. oder 0·108 bis 0·135 Kubikmeter. Derselbe ist parallel-epipedisch gewöhnlich 0·3 Mtr. hoch und 0·6 Mtr. im Gevierte messend, durchaus nur aus dem Groben bearbeitet und nur der Theil der Oberfläche, welcher zum Lager des darauf zu befestigenden Stuhls dienen soll, wird völlig geebnet und darauf 2 Löcher zur Befestigung desselben, genau correspondirend mit den Löchern in der Bodenplatte des Stuhls, mittelst eines Bohrers gebohrt. Diese Löcher werden 0·15 Mtr. tief und 0·03 Mtr. weit.

Die angegebene Größe der Auflagefläche ist aus der Erfahrung genommen und genügt fast für alle Verhältnisse. Kleinere Steine werden zu leicht durch die Lasten und durch das Eintreiben der Holzdübel zersprengt; größere Steine dagegen erschweren die Regulirungsarbeiten einer Bahn außerordentlich.

Größe der Auflagefläche, Entfernungen der Stützpunkte und Tragkraft der Schienen stehen in einem gewissen Verhältniß zu einander, und man kann für dieses Verhältniß keine genauen Ziffern angeben, muß sich vielmehr begnügen, das als zweckmäßig anerkannte Bestehende nachzuahmen.

In England und bei einigen älteren deutschen Bahnen wurden die Steinwürfel früher nur bei Stuhlschienen verwendet und haben sich dabei wenig vortheilhaft erwiesen, theils wegen häufiger Reparaturen, und theils wegen zu geräuschvollem Fahren und nachtheiliger Einwirkung auf das Fahrmaterial. Sie kamen daher in Mißcredit. Erst in neuerer Zeit, wo man die Steine für breitbasige Schienen verwendet, sind sie wieder mehr zu Ehren gekommen, um damit, wenigstens in Einschnitten und auf gewachsenem Boden, die hölzernen Querschwellen entbehren zu können und an Unterhaltungskosten zu sparen.

Auf der württembergischen Staatsbahn von Pforzheim nach Wildbad liegen große Strecken mit Steinwürfeln. Die Schienenstöße sind schwebend und auf jede Schiene von 6 Mtr. Länge sind 6 Mittelwürfel diagonal gelegt. Auf jede Schienenlänge kommen 2 Spurstangen und zwar zwischen dem 1. und 2. und 5. und 6. Würfel.

Auf der sächsischen Staatsbahn liegen die 62 Pfund pro Meter schweren Schienen ebenfalls frei, es kommen aber auf jede Schienenlänge von 6 Mtr. 3 Mittelwürfel in diagonaler Richtung und 2 Würfel parallel mit der Bahnachse liegend. Zwei Spurstangen von 15 Millim. starkem Rundeisen halten die Parallelität der Spur.

Auf der Taunusbahn hat man schon verschiedene Constructionen versucht, wie die Fig. 7 Taf. XVIII. zeigen. Bei weichen Steinen werden 20 Millim. dicke Holzplättchen entweder direct unter die Schiene oder unter eine Gußplatte gelegt, um ein sanfteres Fahren zu erzielen, auch ist es vorzuziehen, statt den Dübeln durchgehende Bolzen anzuwenden. Das Durchbohren der Steine geschieht mit einer Steinbohrmaschine.

§. 55.

Legen der Steine.

Die Steine, welche die Schienenunterlage bilden sollen, werden nicht unmittelbar in den Erdkörper der Bahn versenkt, sondern man gibt ihnen eine Art von Fundament, das aus einer Schicht gröblich zerschlagener Bruchsteine oder aus einem Steingestück, das mittelst Hand- oder Schwungrammen festgeschlagen wird, besteht.

Die Dicke dieses Steinfundaments richtet sich nach der Bodenbeschaffenheit des Bahnkörpers, und wird gewöhnlich zwischen 0·15 Mtr. und 0·3 Mtr. stark gemacht, so daß der Frost keine nachtheilige Einwirkung auszuüben vermag. Die Fläche dieses Fundaments, worauf der Unterstützungsquader unmittelbar zu liegen kommt, wird in der Regel etwas größer gehalten als die Lagerfläche des letztern. Nachdem der Quader selbst aufgesetzt ist, wird er

noch durch sein eigenes Gewicht vollends so lange festgerammt, bis er die richtige Höhenlage angenommen hat. Man bedient sich hierbei gewöhnlich eines dreibeinigen Bockgestelles, indem man den Quader, auf welchem der gußeiserne Stuhl bereits befestigt ist, an den kürzern auf dem Boden ruhenden Hebelsarm anhängt, und mit dem längern Hebelsarm den Stein hebt und fallen läßt.

Nachdem sämmtliche Steinunterlagen für eine Bahnstrecke im Niveau der Bahn sind, wird die ganze Bahnkrone zwischen den Steinen mit Schotter, Kies oder Sand bis zur Höhe der obern Quaderflächen ausgefüllt und hauptsächlich in der Nähe der Steine möglichst festgestampft. Damit auch das Regenwasser gehörig aus dem Bahnkörper abziehe, ist es rathsam, in Entfernungen von 3 bis 4 Mtr. von den Quaderfundamenten ab nach den Seitengräben hin Sickerdohlen anzulegen. Diese letztern bestehen aus grob geschlagenen Bruchsteinen, die eine Rinne von 0·18 bis 0·24 Mtr. Tiefe ausfüllen.

Die Entfernung der Steine von Mitte zu Mitte in der Richtung der Bahnstränge wechselt zwischen 0·9 und 1·2 Mtr. Kleinere Entfernungen sind deßhalb nicht zulässig, weil das Unterschlagen der Steine bei den Regulirungsarbeiten allzu sehr erschwert würde; größere Entfernungen bedingen eine zu große Tragweite der Schienen, die daher übermäßig schwer gemacht werden müßten. Früher legte man die Quader mit zweien ihrer Seiten parallel zur Richtung der Schienen, wodurch eine Fläche des Steins von 0·18 □Mtr. den Seitenstößen der Wagen Widerstand leisten konnte. Dieß erschien jedoch in vielen Fällen als unzulänglich und man legte nun die Steine so, daß die Diagonalen derselben in der Bahnachse lagen, wodurch auch eine größere Stabilität gegen Umkanten erreicht wurde. Taf. XVIII. Fig. 6. Demungeachtet konnte ein Seitwärtsschieben, und somit eine Spurerweiterung der Bahn nicht immer vermieden werden, und man hat deßhalb besonders unter den Schienenstößen entweder Quaderstücke von solchen Abmessungen angewendet, daß sie nach der ganzen Geleisbreite reichten, oder eiserne Querverbindungen eingelegt.

Erwägt man aber die großen Kosten einer solchen Anordnung, besonders in Gegenden, wo Steine theuer sind, ferner, daß ungeachtet einer solchen Maßnahme zwischen den Schienenenden eine Seitenverschiebung der übrigen isolirten Quaderblöcke eintreten kann, ferner, daß die Regulirung der Bahn in Bezug auf ihre Höhenlage und Alignement durch Heben und Unterschlagen dieser schweren Unterlagssteine schwierig und kostspielig ist, ferner, daß die Schienenstränge eines Geleises ganz unabhängig von einander auf dem Bahnkörper liegen und sich ungleich setzen und verschieben können, wodurch Seitenschwankungen der Wagen entstehen müssen, ferner endlich, daß durch Frost viele Steine zersprengt werden, so muß man eine große Unvollkommenheit in der Wahl steinerner Unterstützun-

gen erblicken, und ihre Anwendung höchstens dort zweckmäßig nennen, wo die erwähnten Lagenveränderungen der Steine nicht leicht vorkommen können, nämlich in gewachsenem festem kiesigem oder steinigtem Boden, sowie dort, wo das Steinmaterial im Vergleich zu Holz in verhältnißmäßig niedrigem Preise steht, und die Steine besonders gut und dauerhaft sind. §. 69 (30, 31 und 32).

§. 56.

Hölzerne Querschwellen zur Unterstützung der Schienen.

Da bei allen Erdanschüttungen ein größeres oder geringeres Setzen des Oberbaues stattfindet, welches ein Nachfüllen von Kies oder Schotter unter die Unterlager der Schienen erfordert, und dieses Nachfüllen, beziehungsweise Unterstopfen, namentlich bei Quaderunterfätzen beschwerlich und kostspielig ist, bei solchen Senkungen auch leicht der Parallelismus der Schienenstränge verloren geht, so hat man auch früher schon bei Dammanschüttungen statt der isolirten Quaderblöcke, hölzerne Schwellen angewendet, welche als gemeinschaftliches Unterlager für beide Schienenreihen dienten. Es wurden auf diese Schwellen die gußeisernen Lagerstühle für die Aufnahme der Schienen genagelt, da man die Schienen mit breiter Basis nicht kannte.

Diese Holzschwellen haben sich in vieler Beziehung besser bewährt wie die Quaderblöcke, und sind deßhalb bei allen neuern Bahnen angenommen worden. Man bedient sich hierzu vortheilhaft der besten und festesten Holzarten, insbesondere des Eichenholzes, da weiche Hölzer, wenn sie nicht vorher mit Eisen-, Kupfer- oder Zinkvitriol imprägnirt worden, bald verrotten, und die Nägel zum Befestigen der Stühle oder der Schienen ihren Halt verlieren.

Nach den gemachten Erfahrungen sollte eine Querschwelle 7—10 Zoll (0·21—0·3 Mtr.) breit, 5 bis 6 Zoll (0·15—0·18 Mtr.) hoch, und 7—8 Fuß (2·1—2·4 Mtr.) lang sein. Zuweilen werden die Schwellen aus nach der Länge durchsägten runden Stämmen von 0·27—0·36 Mtr. Durchmesser gebildet und nur entrindet. Diese halbrunden Schwellen haben jedenfalls den Vortheil, daß sie weniger Ankauf kosten wie kantig geschnittene splintfreie Hölzer, allein mit Berücksichtigung der Dauerzeit dürften letztere in finanzieller Hinsicht doch vorzuziehen sein, wenn man nicht eine Imprägnirung anzuwenden gedenkt, in welchem Falle es natürlich das beste ist, das wohlfeilste Holz einer Gegend, namentlich Forlenholz, zu dem erwähnten Zwecke anzukaufen.

Die Querschwellen werden gleichfalls wie die Quader nicht unmittelbar auf den Erdkörper der Bahn gelegt, sondern auf eine Bettung von Kies oder klein geschlagenen Bruchsteinen, oder auf ein sogen. Gestückfundament, um das Holz möglichst trocken zu legen und die Eindrücke der Schwellen in den Erdkörper zu beseitigen. Taf. XI. Fig. 1—10.

Die Stärke der Bettung, in der die Schwellen liegen, wechselt von 0·5

bis 1 Fuß (0·15—0·3 Mtr.) und ist nur selten 1·5—2 Fuß (0·45—0·6 Mtr.), je nach der Beschaffenheit des Bettungsmaterials und des Bodens.

Die Entfernung der Querschwellen von Mitte zu Mitte sollte nicht über 4 bis 4½ Fuß (1·2—1·35 Mtr.) betragen, und ist gewöhnlich 3 Fuß oder 0·9 Mtr. Doch legt man die Schwellen nicht immer gleich weit auseinander, sondern rückt sie gegen die Stoßenden etwas näher zusammen, um daselbst eine größere Auflagefläche zu gewinnen; auch macht man die Stoßschwellen etwas breiter wie die Mittelschwellen und zwar 12 Zoll oder 0·36 Mtr.

Die Räume zwischen den Schwellen und deren Fundamente müssen wenigstens bis zur Oberfläche der Querschwellen mit reinem Kies oder Sand ausgefüllt werden, theils um das Trockenerhalten des Holzes möglichst zu begünstigen und theils um das Verschieben der Schwellen auf ihrem Lager zu erschweren.

Wenn der Bahnkörper nicht an und für sich aus einer Masse besteht, welche das Regenwasser durchsickern läßt, so sind auch hier in Entfernungen von 3 bis 4 Mtr. sog. Sickerdohlen anzulegen. §. 69 (33 und 34).

§. 57.

Stühle von Gußeisen.

Diese gußeisernen Stühle verdanken ihre Erfindung der Anwendung der früher in Gebrauch gewesenen sog. Fischbauchschienen und wurden auch noch später, ja selbst in neuerer Zeit in sehr holzarmen Gegenden, wo nur der Quaderunterbau aus ökonomischen Gründen zulässig war, bei den Parallelschienen beibehalten, um denselben als unmittelbare Träger und als Mittel zur Befestigung der Schienen auf die Quader zu dienen. Bei ihrer frühern Unentbehrlichkeit erhielten sie eine große Wichtigkeit und ihre Anwendung erstreckte sich auch auf solche Bahnen, bei denen der Unterbau aus hölzernen Schwellen bestand; sowohl in England wie in Frankreich ist das Stuhlsystem das vorherrschende und hat seine eifrigen Vertheidiger. Ihre Zweckmäßigkeit hängt von folgenden Bedingungen ab:

1) der Guß muß in jeder Beziehung vollkommen und aus dem besten Eisen gemacht werden;
2) die Bodenplatte und die darauf stehenden Seitenwände müssen eine hinreichende Stärke haben;
3) da wo die Stühle mit den Schienen in Berührung kommen, müssen sie genau an diese anschließen, damit die Schienenenden in gleiche unveränderliche Höhe zu liegen kommen;
4) die zu ihrer Befestigung auf den Unterlagern nöthigen Bodenplattenlöcher müssen alle genau von gleichem Durchmesser und nach unten hin etwas enger gebildet sein, um bei der Befestigung auf Quaderblöcken die Köpfe der hölzernen Pflöcke zum Eintreiben der Nägel aufzunehmen.

Keine der bis jetzt angewendeten Formen hat vollkommen befriedigende Resultate geliefert. Von den Formen Fig. 1 bis 12, Taf. X. möchte die Form Fig. 5 die beste sein.

Die sog. Zwischenstühle sind in der Regel 10—12 Kilog. schwer, die Stoßstühle sind etwas breiter und wiegen 15—17 Kilog. Was die Befestigung der Stühle auf die Stein- oder Holzunterlager betrifft, so wird dieselbe bei den ersteren gewöhnlich folgendermaßen bewirkt. Nachdem die bereits erwähnten Löcher der Quaderunterlager gleichliegend mit denen in den Bodenplatten der eisernen Schienenstühle gebohrt sind, wird jedes Loch mit einem eichenen wohl getheerten Pflocke ausgefüllt, welcher am untern Ende etwas aufaufgespalten ist und einen Holzkeil trägt, beim Eintreiben auf dem Keile sich ausbreitet und sodann in dem Loche vollkommen festsitzt. Dieser Pflock reicht so viel über den Stein hervor, daß er die Lochöffnung des darauf zu setzenden Stuhles bis zum obern Rande ausfüllt, durch welche Verlängerung der Stuhl bedeutend fester erhalten wird. Die eigentliche Niederhaltung der Stühle auf den Steinen geschieht durch das darauf folgende Einschlagen geschmiedeter 0·13 Mtr. langer und 0·012 Mtr. starker Nägel, deren Köpfe über sämmtliche Holztheile des Pflocks hinwegragen und somit das Eindringen von Nässe verhindern. Dieses Eintreiben der Pflöcke und Nägel sprengt zuweilen die Quader, weßhalb man vorsichtig zu Werke gehen und nur gute harte und dabei zähe Steine wählen muß.

Die unmittelbare Berührung des Steins mit dem Stuhle ist möglichst zu vermeiden, indem sie das Sprengen der Steine und Stühle herbeiführt und die in Folge des harten und unelastischen Auflagers erzeugten Erschütterungen alle Fahrzeuge stark angreifen und abnutzen, zugleich aber auch das Fahren für die Passagiere weniger angenehm macht. Zur möglichsten Verminderung dieses Uebelstandes legt man entweder ein Brettchen von dauerhaftem Holz, 6 bis 9 Millim. dick, oder in Theer getränkten Filz zwischen Stein und Stuhl.

Das Befestigen der Stühle auf Querschwellen geschieht meist mit Nägeln von verschiedener Form und Querschnitt des Schaftes und mit runden Köpfen.

§. 58.

Befestigen der Schienen in die Lagerstühle.

Die in diesem sog. Stuhlsystem nothwendig vorherrschende Beachtung der richtigen Verbindung von Schienen und Stühle zu einem Ganzen führte mannigfache Constructionsweisen herbei, die mehr oder minder dem Zwecke entsprechen, jedoch meistens zu complicirt sind, um durchaus empfohlen werden zu können. Hierher gehört z. B. die Verbindung Fig. 1, Taf. X.

Wir werden hier nur diejenigen Verbindungsweisen herausheben, welche bei Einfachheit am meisten den Anforderungen entsprechen. Da, wie wir

gesehen haben, der Temperaturwechsel eine Längenveränderung der Schienen bewirkt, so muß auch eine solche Befestigungsweise der Schienen in den Stühlen angewendet werden, welche diese Veränderungen gestattet. Eine feste Verbindung mit Schraubenbolzen ist demnach nicht zulässig und man hat ein einfacheres und gleichzeitig besseres, wenn auch nicht vollkommenes Mittel in der Anwendung der Keile gefunden. Diese Keile sind entweder von Eisen oder von Holz.

Die durch schmiedeiserne Keile bewirkte Verbindung ist immerhin etwas unvollkommen zu nennen, da die Erfahrung zeigte, daß es schwierig ist, dergleichen Keile dauernd festliegend zu erhalten, indem sie durch den Temperaturwechsel und durch die Erschütterungen des Fahrens allzu leicht losgerüttelt werden und so ein immerwährendes Nachtreiben erfordern, wodurch nicht selten das Zerspringen eines Stuhls, besonders im Winter, wo das Eisen spröder ist, herbeigeführt wird.

Die hölzernen Keile sind von gut ausgetrocknetem Eichenholze, gewöhnlich noch unmittelbar vor ihrer Anwendung unter einer hydraulischen Presse möglichst verdichtet. Sie sind wie die eisernen Keile 0·18—0·21 Mtr. lang, 0·045 bis 0·06 Mtr. hoch und im Mittel 0·03 bis 0·045 Mtr. dick. Fig. 3—11, Taf. X. Durch die Anwendung völlig ausgetrockneten Holzes, sowie der erwähnten Verdichtungsmethode, kommt allerdings das Nachtreiben der Keile weniger vor; allein hier tritt der Umstand ein, daß das Holz bei feuchter und nasser Witterung aufquillt und nicht selten die Seitenwände der Stühle absprengt. Immerhin aber darf der Holzkeil dem schmiedeisernen Keil schon deßhalb vorgezogen werden, weil das Holz eine elastische Zwischenlage zwischen Stuhl und Schiene bildet und dadurch der Lärm beim Fahren vermindert und das Betriebsmaterial geschont wird.

Ein Hauptnachtheil, den die Keilbefestigung hat, besteht darin, daß die Schienenenden nicht kräftig genug in den Stühlen niedergehalten werden und daß durch sie das Verschieben der Schienen ihrer Länge nach, veranlaßt durch den Schub der Wagenzüge, nicht genügend gesichert erscheint, wodurch streckenweise große Zwischenräume zwischen den Schienenenden entstehen können, welche heftige Stöße veranlassen. Man hat diesen Nachtheil in neuerer Zeit dadurch zu beseitigen gesucht (Taunus-Bahn), daß man die Schienen an den Stößen durch Seitenlaschen vereinigte. Fig. 17, Taf. X.

In England hat man die Keile meist auf der äußern Seite der Schienenstränge angebracht, um dadurch die Wirkung der Seitenstöße gegen die äußern Stuhlwände zu mindern; es hat indeß diese Anordnung insofern etwas Unsicheres und Gefährliches, als möglicherweise durch das Lockerwerden eines oder mehrerer Keile eine Spurerweiterung eintreten kann. Auf der innern Seite der Schienenstränge kann ein solches Lockerwerden der Keile weniger schaden, da eintretenden Falles die Schiene immer noch eine Stütze an der äußern Stuhlwand hat, und es dürfte deßhalb mit Rücksicht auf die Sicherheit der Reisenden diese letztere Anordnung den Vorzug erhalten. Welche

Um das Längenverschieben der einzelnen Schienen auf ihren Unterlagern zu verhindern, werden die Fußplatten der Schienen an einzelnen Stellen, wo die Hackenkloben eingeschlagen werden, nur mit Auskerbungen so versehen, daß die Kloben mit der halben Stärke der Leibung in die Fußplatten eingreifen; die Länge einer solchen Kerbe muß aber um die mögliche Längenänderung einer Schiene größer gemacht werden, als die Stärke der Klobenleibung in der Richtung der Bahnachse. Findet die Auskerbung der Schienenfüße in der halben Länge der Schienen statt, dann ist sie genau so weit zu machen, als der Kloben stark ist.

Zuweilen hat man die Auskerbungen ganz weggelassen und dafür an den gußeisernen Unterlagsplättchen der Schienenstöße hervorragende Dreiecke angegossen, gegen welche sich die abgekanteten Schienenstöße anstemmten. (Main-Neckarbahn Fig. 26, Taf. X.) Diese Construction hat sich indeß nicht bewährt.

Eine Hauptfrage bei diesem System wird aber die sein: ob die eben bezeichnete Befestigungsweise mittelst der Hackennägel auch an den Schienenstößen genügende Sicherheit darbietet und sich die beiden Schienenenden jederzeit in gleicher Höhe und Seitenlage befinden werden? Diese Frage ist auf den Grund vorliegender Erfahrungen zu verneinen, denn die Enden der Schienen drücken sich beim Darüberrollen der Locomotive immer etwas in die Unterlage ein und wenn das Triebrad eine Schiene verläßt und auf die noch unbelastete übergeht, so entsteht ein Stoß. Allmälig drücken sich auch die Stoßschwellen etwas in die Bettung ein und es wird der Stoß vergrößert. Auch in horizontalem Sinne wird gegen die Schienen ein Druck ausgeübt, theils durch die von der Unregelmäßigkeit des Geleises herrührenden Schwankungen des Zugs, theils durch den Wind und endlich in Kurven, durch die Wirkung der Centrifugalkraft.

Die Hackennägel, nur durch die Reibung und Zwängung im Holz der Unterlagsschwellen gehalten, können diesen Einwirkungen nicht widerstehen, und es ist somit eine innigere Vereinigung der zusammenstoßenden Schienenenden ein absolutes Bedürfniß. Die Schienenenden dürfen sich weder heben noch eindrücken, noch nach der Seite verschieben. Dieß ist die Grundbedingung, welche an die Construction der Schienenbefestigung und Schienenverbindung gestellt werden muß.

Man hat diese Bedingung auf mehrfache Weise zu erfüllen gesucht und fand zuletzt, daß die solideste Construction auch die zweckmäßigste und für die Bahnunterhaltung ökonomisch vortheilhafteste sei.

Für die Brückschienenform, die indeß nur selten bei dem Querschwellensystem vorkommt, hat sich die Stoßverbindung mit gewalzten Unterlagsplatten, Deckplättchen und Schraubenbolzen als Befestigungsmittel am besten bewährt.

Bei der Vignolesschiene, die fast ausschließlich mit Querschwellen in Anwendung kommt, ist die Verbindung mit gewalzten Backenstäben aus Puddelstahl, sog. *Laschen* die zweckmäßigste.

Diese *Laschenverbindung* wurde zuerst von dem amerikanischen In-

genieur Trimble (1845) vorgeschlagen und bei der Philadelphia-Wilmington-Bahn angewendet. In Deutschland hatte zuerst die Köln-Mindener Bahn die Laschenverbindung (1850) und seither fand sie außerordentlich rasche Verbreitung sowohl bei Bahnen mit dem Stuhlsystem, wie bei den breitbasigen Schienen. (Technische Vereinbarungen §. 69. 23.)

Nach Ansicht der Eisenbahntechniker in Dresden 1865 eignet sich für die Laschenverbindung ein nach einer geraden Linie scharf unterschnittenes Profil des Schienenkopfs am besten. Die Fig. 9 und 10 Taf. XI. zeigen die Profile der badischen Bahn sammt Laschen und Verbindungsbolzen. Die ganze Laschenverbindung ist aus den Fig. 4 und 5 ersichtlich. Die Laschen haben 0·54 M. Länge und 0·015 Mtr. Stärke und werden durch 4 Bolzen von 0·021 Mtr. Stärke zusammengehalten. Die Bolzenlöcher in den Schienenenden sind oval wegen der Ausdehnung des Eisens durch die Wärme. Damit die Schienenenden sich nicht in das Holz eindrücken, und ferner auch eine Verschiebung der Schienen vermieden wird, sind gewalzte Unterlagsplatten angebracht.

In starken Kurven und bei Steigungen über 0·8 Proc. befinden sich noch zwischen den Stößen eine oder zwei eichene Zwischenschwellen mit kleineren Unterlagsplatten. Fig. 8.

Andere Laschenverbindungen sind noch aus den Fig. 14, 15, 16, 17, 18, 27 und 35, Taf. X. ersichtlich. Grundbedingung bei allen Laschenverbindungen ist, daß die Laschen gut an die Schienen angepaßt werden, damit sie ohne Zuthun der Schraubenbolzen, die nur eine Pressung zu bewirken haben, die sie treffende Belastung zu tragen im Stande sind. Besonders bemerkenswerth ist die Stoßverbindung der Lübeck-Büchener Bahn; es befindet sich nur auf einer Seite eine starke Lasche, welche mit 4 Schraubenbolzen an die Schienenenden befestigt ist. Fig. 20, Taf. X. Zuweilen sind auch die Laschen in den Winkel gebogen, wie bei der königlich preuß. westphälischen Staatsbahn; sie dienen in dem Falle den Stuhlschienen an den Stößen zur Verbindung unter sich und mit den Querschwellen. Fig. 25, Taf. 10.

Th. Weishaupt hat auf Veranlassung des königl. Ministeriums für Handel 2c. zu Berlin Versuche mit Laschenverbindungen verschiedener Bahnen angestellt. Die Schienen wurden auf 3′ frei auf 2 Stützen gelegt, so daß die Laschenverbindung in die Mitte kam. Bei der Laschenverbindung der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn trat bei 120 Ctr. eine Biegung von 0·58 Zoll ein, der Bruch erfolgte bei 130 Ctr.

Bei der Laschenverbindung der Ostbahn erfolgte bei einer Belastung von 76·4 Ctr. eine Biegung von 0·51 Zoll, und bei der Belastung von 85·4 Ctnr. der Bruch.

Bei der Lübeck-Büchener Bahn war erst bei einer Last von 229 Ctnr. eine Biegung von 1″ und der Bruch erfolgte bei 298 Ctnr.

Bei der Westphälischen Eisenbahn, welche Winkellaschen hat, trat bei einer Belastung von 229 Ctnr. eine Biegung von 1·98 Zoll ein; erst bei 247 Ctr. Belastung brachen die Schraubenbolzen. Aus diesen Versuchen geht her-

ner, als die Schienenverbindung so fest gemacht werden kann, wie wenn die Schiene auf einem Schwellenkörper ruht, auf welchem nicht die verschiedene Verbesserungen angebracht werden, welche in den letzten Jahren in dem Oberbau der Eisenbahnen angebracht wurde.

Im Allgemeinen empfehlen sich aber auf den Hauptbahnen, wo der Anschaffung der kostbaren Schienen Eisenbahn und Bahn schwerer Unterlagsplatten, als alle Mittel, welche in den Stoßfugen angebracht werden, mit höchst einfache Weise benutzt werden können und daß als bestes System des Oberbaues den Vorzug vor dem Stuhlsystem verdient. Daß es auch in der That so sehr empfehlungswerthes ist, geht dann daraus hervor, daß es bei den meisten neuern Bahnen Deutschlands bereits Anwendung gefunden hat. Taf. X. und XI.

§. 81.

Schwebende Stöße.

Werden die Schienenenden zwischen zwei Schwellen gelegt, so entsteht der schwebende Stoß, im Gegensatz zu dem ruhenden Stoß, wenn die Schienenenden auf einer Stoßschwelle ruhen. Taf. XI. Fig. 1 und 2 zeigen die Construction eines schwebenden Stoßes.

Bei dem schwebenden Stoß werden die Schwellen einander etwas näher gerückt und beträgt ihre Entfernung 60 Centim. von Mitte zu Mitte.

Zur Beseitigung des Eindrückens der Schienen in die Schwellen werden bei vielen Bahnen Unterlagsplatten angewendet, die zugleich Ansätze haben, welche mit den Einklinkungen in den Schienenstößen correspondiren, damit durch die eingeschlagenen Nägel die Längenverschiebungen des Geleises verhindert werden. Bei anderen Bahnen bleiben auch diese Platten in geraden Strecken weg und werden nur in Kurven angebracht. Die sächsische Staatsbahn Taf. XI., verwendet in geraden Strecken 3 Platten für jede Schiene, nämlich je eine auf der Schwelle neben dem Stoße und eine auf der Mittelschwelle.

Sehr häufig werden auch bei diesem System nur gewöhnliche Schwellen ohne Anwendung von Unterlagsplatten verwendet. Die Stöße werden in gerader Linie nur mit 2 Nägeln befestigt und in Kurven wird zunächst dem Stoße eine Unterlagsplatte eingelegt. Einklinkungen der Schienen sind immer zu empfehlen.

Als Vortheile der schwebenden Stöße wird angeführt:

1, Das Fahren sei sanfter und Unterbau und Betriebsmittel leiden weniger Noth.

2, Die Schienenköpfe halten sich an den Enden besser, als bei den ruhenden Stößen. Die Stoßschwellen werden mehr geschont: es findet, selbst wenn keine Stoßplatten vorhanden, ein Eindrücken nicht statt; die Unterhaltung des Geleises sei geringer.

3) Der Stoß soll dieselbe Sicherheit haben, wie der mit fester Stoßschwelle. Eine Veränderung des Geleises selbst in Kurven finde nicht statt.
4) Eine Schienenauswechselung soll bei schwebenden Stößen geringer sein, wie bei festen Unterlagen.

Bezüglich der Art der Befestigung der Laschen an die Schienen mittelst Schraubenbolzen, der Stärke der Laschen und Schrauben wird auf die Zeichnung Taf. XI. verwiesen und dabei bemerkt, daß die Bolzenlöcher in den Schienen den nöthigen Spielraum wegen Ausdehnung der Schienen durch die Wärme erhalten müssen.

§. 62.

Oberbau mit ununterbrochener Unterstützung der Schienen.

Ebenso wie bei den oben beschriebenen Constructionssystemen können auch bei diesem System die fortlaufenden Schienenunterstützungen entweder von Holz oder Stein sein.

Denken wir uns die Unterstützungen der vorher behandelten Systeme einander so nahe gerückt, daß sie sich gegenseitig berühren, so erhalten wir bei Annahme der Quaderunterstützungen eine fortlaufende Mauer unter den Schienen, und bei Annahme der Querschwellen eine Balkenunterlage, die sich auf die ganze Länge der Bahn erstreckt. Daß in diesen beiden Fällen die Größe der Auflageflächen ein Maximum wird, und daß alsdann der Oberbau der Bahn die größte Solidität in Beziehung auf Längenveränderung der Schienenstränge erhalten müßte, ist klar.

Wie bei dem System mit theilweiser Quader-Unterstützung, so haben auch hier die fortlaufenden Mauerwände große Mängel, indem die Fahrzeuge wegen der harten Unterlage noch mehr leiden, die Kosten der ersten Anlage sehr groß und die der Unterhaltung bedeutend schwierig würden. Die Erfahrung hat dieß hinlänglich bei der Bahn von Manchester nach Bolton gelehrt und es muß das System mit zusammenhängenden steinernen Unterstützungen, auf denen die Schienen ihrer ganzen Länge nach aufliegen, von vornherein verworfen werden.

Eine gewisse Elasticität des Schienenstrangs oder eine gewisse elastische Unterlage der Schienen ist und bleibt eine nothwendige Bedingung für die Erhaltung einer guten Bahn und ihrer Betriebsmittel; wir wollen das System mit zusammenhängenden hölzernen Schwellen näher betrachten.

Es ist einleuchtend, daß es nicht zweckmäßig sein kann, die ununterbrochene Unterstützung auf die oben erwähnte Art mit hart aneinander gelegten Querschwellen zu erzielen; denn abgesehen von den großen Kosten der Anlage, wäre es nicht allein unmöglich, die einzelnen Hölzer, im Falle Senkungen ein-

getreten sind, allerwärts unter ihren Lagerflächen zu unterstopfen, sondern es müßte auch das Holzwerk in kurzer Zeit faulen, da eine Austrocknung der Lager- und Stoßflächen nur äußerst schwer und langsam erfolgen könnte.

Da nun offenbar auch die Größe der Auflagefläche der Unterstützungen ohne Noth übermäßig groß gehalten wäre, indem erfahrungsgemäß keine größere Auflagefläche als 3·24 bis 3·6 □Mtr. auf 4·5 Mtr. Geleislänge erforderlich ist, so können wir uns einen Theil der oben erwähnten Balkenlage und zwar zunächst denjenigen zwischen den Schienensträngen herausgenommen denken, und statt beiden übrig bleibenden Reihen von Querschwellenstücken, Längenhölzer in Gedanken substituiren und erhalten somit das Langschwellensystem.

Wenn der Erdkörper der Bahn nach den aufgestellten Regeln vollendet ist, geschieht die Anordnung der Fundamente für die Langschwellen ganz in ähnlicher Weise wie bei dem Querschwellensystem; es werden nämlich entweder zwei voneinander getrennte Reihen Schotter-, Kies- oder Gestückfundamente von mindestens 0·9 Mtr. Breite und 0·2 bis 0·3 Mtr. Dicke, je nach der Beschaffenheit des Planums, oder bei Ueberfluß von Steinmaterial, eine Schotter- oder Gestücklage nach der ganzen Breite des Geleises gebildet, damit ein Eindrücken der Schwellen in den durchnäßten Erdkörper nicht so leicht stattfinden und das Holz möglichst trocken erhalten werden kann. Taf. IX. Der Parallelismus der Langschwellen wird entweder durch Querschwellen oder schmiedeiserne Bolzen gesichert. Je nach der Festigkeit des Unterbaues einer Bahn wechseln bei diesem System die Breiten der einzelnen Langschwellen zwischen 0·24 und 0·3 Mtr., die Dicken zwischen 0·18 und 0·21 Mtr., und die Längen je nach der Holzart, zwischen 3 und 9 Meter.

Eichenholz dürfte im Allgemeinen seiner größern Dauer wegen dem Forlenholz vorzuziehen sein; in Gegenden aber, wo das erstere verhältnißmäßig zu hoch im Preise steht, wähle man die nächste beste Holzart, unterlasse aber nicht, die Schwellen auf eine oder die andere Art zu imprägniren. Auch bei den eichenen Langschwellen ist es rathsam, sie vor der Verwendung wenigstens einige Zeit in das Wasser zu legen, auszulaugen und wieder zu trocknen, damit sie sich nicht so leicht verziehen und windisch werden; auch soll nur möglichst splintfreies Holz zur Verwendung kommen.

Wie schon erwähnt, erfordert es schon die Erhaltung der Parallelität der Schienenstränge, daß die Langschwellen noch auf irgend eine Art zusammen- und von Strecke zu Strecke auf ihre Fundamente niedergehalten werden. Dieß kann nun geschehen:

1) indem man in gewissen Entfernungen unter den Langschwellen größere Quaderstücke in den Bahnkörper versenkt und erstere darauf verdübelt;
2) indem man in gewissen Abständen unmittelbar unter den Längen-

trägern Querschwellen nach der Breite des Geleises anbringt und sodann auf diese die ersteren befestigt;

3) indem man außer den Quaderunterſätzen noch schmiedeiserne Verbindungsbolzen oder Querschwellen anbringt.

Die erstere Methode hat den Vortheil, daß der Verbrauch des vergänglichen Holzes auf ein Minimum beschränkt bleibt, allein der Parallelismus ist nicht vollkommen gesichert und die Regulirungsarbeiten der Bahn werden schwierig und kostspielig; es treten hier ähnliche Verhältnisse ein, wie wir sie bei den isolirten Unterstützungen der Schienen durch einzelne Quaderstücke erwähnt haben. Diese Art der Langschwellenunterstützung kann demnach auch nur dort empfohlen werden, wo Steine im Allgemeinen wohlfeil, dagegen Holz sehr theuer, und wo die Beschaffenheit und Lage des Bahnkörpers der Art ist, daß voraussichtlich Senkungen nicht wohl vorkommen können.

Die finanziellen Vortheile stellen sich mit Rücksicht der Dauerzeiten so ziemlich gleich, wenn die Anschaffung zweier Quader ungefähr das $2^1/_2$fache der Anschaffung einer eichenen Querschwelle beträgt.

Die Anwendung der Querschwellen sichert dagegen den Parallelismus der Schienenstränge vollständig, die Regulirungsarbeiten der Bahn sind nicht so schwierig und zeitraubend, und sie können sowohl bei Anschüttungen wie bei Einschnitten zur Fixirung und gegenseitigen Verspannung der Langschwellen dienen.

Es können auch Fälle eintreten, wo die dritte Anordnung, nämlich Quader in Verbindung mit Querschwellen oder eisernen Bolzen zur Erhaltung des Parallelismus Anwendung findet, insbesondere dort, wo weder an Steinen noch an Holz Ueberfluß ist, und man voraussichtlich die Preise bedeutend steigern würde, wenn man ausschließlich nur das eine oder andere Material zum Bahnbau zulassen wollte. Natürlich wird man nur bei gleichzeitiger Anwendung von Holz und Steinen die letzteren bei Einschnitten und solchen Orten zulassen, wo sie auf den festen gewachsenen Boden zu liegen kommen. Hier können denn auch die Zwischenquerschwellen durch schmiedeiserne Bolzen ersetzt werden, wodurch der Parallelismus ebenfalls gesichert, aber ungleiche Senkungen der Schienenstränge nicht vollständig vermieden sind. Da auch die Quaderunterſätze bei der Anwendung von Bolzen näher zusammengerückt werden müssen, wie bei Anwendung von Querschwellen, so dürfte dieses System selten ökonomisch gerechtfertigt erscheinen.

Was nun die Dimensionen der zum Fixiren der Langschwellen erforderlichen Quader und Querschwellen betrifft, so gibt uns die Erfahrung folgende bewährte Abmessungen für dieselben:

Die Quader genügen mit 0·6 Mtr. im Gevierte bei 0·3 Mtr. Höhe; sie werden am besten so in den Bahnkörper versenkt, daß die Diagonalen in die Richtung der Schienenstränge fallen. Sie ruhen gleichfalls auf einer Schotter- oder Gestücklage und können ohne Anstand von Mitte zu Mitte 1·5 Mtr. von einander entfernt werden.

Die Querschwellen genügen mit 0·24 Mtr. Breite und 0·12 bis 0·15 Mtr. Dicke, sowie einer Länge von 2·4 Mtr. Für diejenigen Schwellen, worauf die Langschwellenenden zu liegen kommen, wählt man gewöhnlich eine etwas größere Breite, nämlich 0·36 Mtr. Die Entfernungen der Querschwellen sind ebenfalls von Mitte zu Mitte 1·5 Mtr.

Die Befestigung der Langschwellen auf die Quader oder Querschwellen geschieht in der Regel mittelst Dübeln von Eichenholz, die 0·3 Mtr. lang und 0·036 Mtr. stark sind.

Wenn nun auf diese Art der Oberbau vollendet ist, so erfolgt die Befestigung der Schienen auf die Langschwellen. Diese geschieht am besten in gleicher Weise wie bei dem Querschwellensystem, nämlich mittelst Hackenkloben, die in Abständen von 0·75 bis 0·9 Mtr. zur Seite der Schienenfüße in das Holz eingeschlagen werden und mittelst ihrer Hacken dieselben niederhalten. Auch die Schienenstöße werden in ganz gleicher Weise durch Unterlagsplatten oder durch Seitenlaschen, je nach der Schienenform, gesichert, wie dieß früher mitgetheilt wurde. Fig. 13, 19, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 30, 34, Taf. X.

Die Räume zwischen den Schwellen werden bis zur Oberfläche derselben mit Kies oder grobem Sand in der Art ausgefüllt, daß die Schwellen selbst frei liegen, damit sie leichter trocknen. Die Nachtheile, welche man diesem Langschwellensystem zuschreibt, sind folgende:

1) Die Langschwellen werfen sich gerne nach verschiedenen Richtungen, die Schienen liegen dadurch ungleich auf, die Nägel werden leicht abgebrochen und locker, die Geleise verändern sich sowohl durch das Verziehen des Holzes, als auch weil die auf den Querschwellen oder Quaderuntersätzen aufgedübelten Langschwellen ein Bestreben haben, nach außen umzukanten; durch eine solche Geleiseveränderung entstehen Stöße, welche nachtheilig auf den Oberbau der Bahn und das Betriebsmaterial einwirken; auch ist der Holzaufwand bedeutend größer als bei dem freitragenden System.
2) Die Langschwellen bilden förmliche Fangdämme, welche den Abfluß des Regenwassers verhindern, den Erdkörper der Bahn erweichen und somit Senkungen des Oberbaues herbeiführen.
3) Die Reparatur- und Regulirungsarbeiten sind viel schwieriger und kostspieliger, als bei dem Querschwellensystem und die Verbindung der Langschwellen mit ihren Unterlagern nicht solid genug.

Wegen dieser Nachtheile und den ungünstigen Erfahrungen an ausgeführten Bahnen ist das Langschwellensystem bei Locomotivbahnen fast ganz in den Hintergrund getreten und wird nur noch bei Pferde- oder Straßenbahnen in Anwendung gebracht. (Techn. Vereinbarungen Anhang §. 69, 29).

§. 63.

Amerikaniſches Syſtem mit zuſammengeſetzten Schienen.

Im Jahre 1850 iſt in Amerika ein eigenthümliches Eiſenbahnconſtructions-Syſtem aufgetaucht, welches auf dem Princip beruht, den Schienenſtrang ſo zuſammenzuſetzen, daß er bei möglichſter Koſtenerſparniß einen fortlaufenden gleich ſtarken Barren bildet, welcher entweder mit Stühlen oder direct, je nach der Schienenform, auf den Oberbau befeſtigt werden kann. Hiernach wurde der Schienenſtrang nicht in einzelne Stücke, welche ſtumpf zuſammenſtoßen, getheilt, ſondern man ließ ſie aus zwei oder mehreren gewalzten Stäben, welche zuſammen den entſprechenden Querſchnitt der Schiene bilden, beſtehen, und vertheilte die Stöße der verſchiedenen Schienentheile abwechſelnd in gleichen Abſtänden auf die ganze Länge der Bahn. Durch Nieten oder Schraubenbolzen in Entfernungen von 2 bis 3 Fuß vereinigte man die einzelnen Schienentheile zu einem Ganzen und ließ wegen der Ausdehnung in einem Theil den nöthigen Spielraum.

Es haben bereits dieſe zuſammengeſetzten Schienen in den vereinigten Staaten große Anerkennung gefunden und beſchäftigen ſich mehrere Walzwerke mit der Anfertigung derſelben. *)

Taf. XIV. zeigt die Schienenformen, welche auf verſchiedenen Bahnen in Anwendung ſind.

Als Vorzüge dieſes Syſtems gegen das gewöhnliche freitragende Syſtem werden geltend gemacht:

1) Die Schienen ſind ſtärker als gewöhnliche Schienen von gleichem Gewichte, indem bei der Fabrikation weniger Fehler in der Schweißung vorkommen;
2) die Koſten des Legens eines Schienenſtranges ſind geringer;
3) die Reparaturkoſten der Bahn ſind geringer;
4) dadurch, daß alle Stöße wegfallen, werden die Locomotiven und Wagen mehr geſchont;
5) die Anlagekoſten einer ſolchen Bahn ſind nicht bedeutender, als die einer gewöhnlichen Eiſenbahn, da ſich die Koſten der Vernietungen gegen die Koſten für die Laſchenverbindungen ſo ziemlich ausgleichen.

Die Nachtheile dagegen ſind:

1) daß zu viel Material in den Stegen angehäuft iſt, welches wenig zur Tragfähigkeit beiträgt;
2) daß die Schienen ſchwerer ſind, wie die gewöhnlichen, daher mehr koſten.
3) daß die Herſtellungskoſten wegen des doppelten Walzens und Zuſammennietens bedeutend höher ſind, wie bei den einfachen Schienen.

Dieſe Art der zuſammengeſetzten Schienen hat ſich durch die Erfahrung als nicht zweckmäßig erwieſen und hat deßhalb auch in Deutſchland keine Nachahmung gefunden.

*) Organ für die Fortſchritte des Eiſenbahnweſens. 1853. 5. Heft.

§. 64.
Eiserner Oberbau.

Der Umstand, daß der gewöhnliche Oberbau mit Holzschwellen die Unterhaltungskosten einer Bahn sehr theuer macht, daß überhaupt in holzarmen Gegenden diese Schwellen schwer und nur mit verhältnißmäßig großem Aufwande zu erhalten sind, veranlaßte in neuerer Zeit viele Bahnverwaltungen, Versuche mit ganz eisernem Oberbau zu machen.

Wir wollen in dem Nachstehenden die älteren und neueren Systeme näher betrachten:

1. Systeme mit eisernen Einzelnunterlagern.

a. Gußeiserne Plattenlager.

Solche sind mehrfach vorgeschlagen und zur Anwendung gekommen. Bessas, Lamégie und Henry nahmen bei einigen französischen Bahnen im Jahre 1846 mit Rippen versehene Platten, an welchen der Schienenstuhl angegossen ist. Die Erhaltung der Spurweite geschieht durch schmiedeiserne Spannstangen und starke Rippen auf der untern Seite. Es hat sich dieses System jedoch nicht gut bewährt, da die Platten ihres geringen Gewichtes und der zu kleinen Grundfläche wegen leicht eine schiefe Lage annehmen und sich leicht verrücken, auch weil der Frost leicht unter die zu wenig tief liegenden Platten dringt und die Bettung zerstört.

P. Barlow nahm die Platten so lang an, daß auf denselben 3 Stühle Platz finden konnten. Diese Platten sind aber zweitheilig, so daß durch die Verbindung beider Theile mittelst Schraubenbolzen gleichzeitig die Schienen festgehalten werden. Je zwei sich gegenüber liegende Platten sind durch gußeiserne Traversen mit kreuzförmigem Querschnitt verbunden. Es leidet dieses System an denselben Mängeln wie das vorige und erschwert die Unterhaltung, nur die ungleichmäßige Senkung in der Längenrichtung wird etwas vermindert.

B. Richardson verwendete bei der unterirdischen Metropolitan-Bahn in London Zellenplatten oder runde kreisförmige Scheiben von 50 Centim. Durchmesser, gab denselben eine Anzahl Zellen oder Löcher und verstärkte sie an der Auflagefläche mit Rippen, die sich in der Kiesbettung festsetzen. Der Kies dringt zugleich in die Zellen ein und bewirkt dadurch eine festere Lagerung der Platten. Oberhalb sind Schienenstühle angegossen für symetrische Stuhlschienen. Die Schienenstöße haben Laschen und die Querverbindungen bestehen aus Winkeleisen. Weitere Erfahrungen über dieses System müssen noch abgewartet werden.

b. Gußeiserne Hauben- oder Calottenunterlager.

Greave nahm halbkugelförmige Gußstücke oder glockenförmige Unterlagen mit angegossenem Stuhl an. Sie kamen zuerst im Jahre 1847 auf der Lancashire-Yorkshire Eisenbahn in Anwendung, später sodann 1851 in Aegypten, 1852 in Algier und 1862 in Ostindien. Gegenüber den Platten haben sie

den Vortheil, daß sie sich weniger leicht verschieben, indem das Bettungsmaterial sie umgibt und in sie durch 2 kreisrunde Oeffnungen sog. Stopflöcher hineingestoßen wird.

Die mittleren Dimensionen einer Calotte sind: Durchmesser der Grundfläche 55, Höhe der Calotte 19, Dicke der Wandung 1·3 Centim., Gewicht 72 Pfund.

Für Bahnen mit schweren Maschinen und schnell fahrenden Zügen gewähren sie keine sichere unverrückbare Unterlage, sind leicht zerbrechlich, auch bieten die Flacheisen, welche je 2 gegenüberliegende Calotten mit einander verbinden, nicht genügende Garantie für die Erhaltung der parallelen Lage und der Neigung derselben. Nachahmung hat dieses System daher bis jetzt in Deutschland nicht gefunden, dagegen soll es sich in Aegypten, wo es R. Stephenson bei dem feinen angeschwemmtem Boden anwendete, sehr gut bewähren.

Im Jahre 1851 machte man auch auf der South-Eastern Eisenbahn in England Versuche mit gußeisernen Stuhlunterlagen, hielt aber eine mehr längliche Form für die bessere. Zwischen den Stühlen der Schienen nahm man 3 Mittelplatten an, so daß dieselben in zweifüßigen Zwischenräumen unterstützt waren. Es erwies sich diese Construction dadurch sehr kostspielig und für die Unterhaltung ungünstig, weil es sehr mühsam war, die Unterlager in ihrer richtigen Lage zu erhalten.

E. Griffin schlug zu Anfang dieses Jahrzehntes ein weiteres System mit schaalenförmigen gußeisernen Unterlagern vor. Taf. XII. Fig. 9.

Damit sollen die Nachtheile der Calotten von Greave, welche sich namentlich bei schlechtem thonigem Bettungsmaterial fühlbarer machen, indem die Bahn ihre Elasticität verliert und leicht Brüche an den Unterlagen vorkommen, vermieden werden.

Die mittleren Dimensionen der Calotten sind: Länge 71·2—76 Centim., Breite 40·6—45·8 Centim.

In der Figur bedeuten die Buchstaben a ein Kissen aus Teakholz, b eiserne Querstange, c Verlaschung, d Keil.

Auf eine Schienenlänge kommen 5 Unterlager.

Die günstigen Resultate, welche mit diesem Oberbausystem seit einigen Jahren auf den Argentinischen Bahnen erzielt worden sein sollen, gaben Veranlassung, dasselbe auch für die Verlängerung der Westbahn von Buenos-Ayres auf 30·5 Kilom. und an anderen Bahnen am Platastrom in Anwendung zu bringen.

2. System mit eisernen Querschwellen.

Erst in neuerer Zeit sind einige Ingenieure mit dem Vorschlage aufgetreten, die hölzernen Querschwellen durch schmiedeiserne zu ersetzen. Die Querschnittformen der Schwellen wurden sehr verschieden angenommen.

J. L. Langlois wählte trapezförmige Hohlbarren sog. Zoréseisen mit aufgenieteten Unterlagsplatten zur Erhaltung der Neigung und Holzausfütte-

Versuche mit Schwellen nach dem System Vautherin gemacht, die sich bis jetzt im Allgemeinen gut bewährt haben sollen. So wurden für die Saarbrücker Bahn 1500 Stück auf der Burbacher Hütte zum Ersatz an abgegangenen Holzschwellen bestellt. Ein Stück wiegt sammt Befestigungsmaterial 60 Pfund und kostet 1 Thlr. 25 Sgr., also nicht mehr als eichene Querschwellen, während die Dauer mindestens die dreifache ist.

3. System mit eisernen Langschwellen.

Diese Systeme sind entweder 1-, 2- oder 3theilige, je nachdem Schiene und Schwelle ein Stück, oder beide getrennt, oder endlich die Schwelle für sich aus 2 Theilen besteht, welche den dritten Theil oder die Schiene zwischen sich fassen.

Wir werden in dem Folgenden die bis jetzt angewendeten Systeme einzeln betrachten.

1. Barlow's System.

Die erste Anwendung des Prinzipes der eisernen Langschwellen hat Barlow im Jahre 1855 gemacht. Sein System ist ein eintheiliges (Taf. XIII., Fig. 3) und hat 30 Centim. Basisbreite. An den Stößen wurden die Schienen durch ein festgenietetes Laschenblech verbunden und nur da, also alle 5·5 Mtr., befand sich eine Querverbindung durch Winkeleisen. Die Nachtheile des Systems waren, daß nach Abnutzung des Kopfes die ganze Schiene unbrauchbar wurde, daß die Schienen vermöge ihres großen Gewichts sehr mühsam zu legen waren und endlich die Unterstopfung mit Schotter sich senkte, wodurch das Auflager der Schienen unsicher wurde.

Es war deßhalb dieses System nur kurze Zeit in Anwendung und zwar in Süd-Wales.

2) System Heusinger von Waldegg.

Dasselbe hat eine ähnliche Form wie das Barlow'sche, nur ist es dreitheilig (Fig. 5).

Die Stöße der beiden Unterschienen fallen zusammen und sind nicht gedeckt.

An den Stößen sind die sich gegenüberliegenden Schienen durch Winkeleisen verbunden. Da der Schienenkopf sich aus härterem Material darstellen läßt, so fällt ein Nachtheil des Barlow'schen Systems weg, dagegen bleibt immer noch die Unsicherheit in der Auflagerung durch die Senkung des in die Schiene eingreifenden Schottermaterials.

3. System Dealen.

Dieses System hat Aehnlichkeit mit dem vorigen, ist ebenfalls dreitheilig und wurde im Jahr 1868 von dem Erfinder vorgeschlagen und für einige deutsche Bahnen versuchsweise ausgeführt. Wie Fig. 6 zeigt, bestehen die beiden Unterschienen aus Winkeleisen von 160 Millim. breiten vertikalen und 140 Millim. breiten liegenden Schenkeln, deren Winkel 96 Grad beträgt. Die aus Gußstahl bestehende Oberschiene liegt mit dem Steg dazwischen und hat an beiden Seiten desselben eine eingewalzte Nuthe, in die entsprechend ange-

walzte Rippen der Unterschienen eingreifen. Auf die Länge einer Schiene von 6 Mtr. sind drei Querverbindungen von doppelt T-Eisen angeschraubt.

Die Fig. 6 zeigt die Construction, wobei man durch eine unbedeutende Reduction der Höhe der Schiene Materialersparniß erzielen und die kostspieligen Schraubenbolzen durch wohlfeilere Keile und Splinte ersetzen kann. Die Querverbindungen haben dabei den Querschnitt eines Winkeleisens und werden mittelst Bolzen an den aufrechten Schenkel der inneren Tragschiene nahe an den Enden derselben befestigt. Es kann bei dieser Anordnung die äußere Tragschiene jederzeit zum Zweck des Umlegens, Aufhebens oder Fortschiebens der Kopfschiene weggenommen werden, ohne daß dadurch die Spurweite alterirt wird.

Um ein Vor- oder Zurückschieben der Kopfschienen in Folge der Reibung an den Rädern zu verhüten, wird an jedem Ende der Kopfschiene ein viereckiger Stehbolzen (a) durch eine entsprechende Oeffnung im Mittelstege hindurchgeführt. Zur Trockenlegung des Füllmaterials werden in dem horizontalen Schenkel der Tragschiene einige Oeffnungen durchgeschlagen.

Das Gewicht des Oberbaues beträgt pro laufd. Mtr. 287 Pfund und die Oberschiene allein wiegt 36·5 Pfund.

4. System Paulus.

Dieses System wurde auf der östreichischen Südbahn versuchsweise angewendet. Wie Fig. 4 zeigt, sind als Unterschienen und Querverbindungen alte Eisenbahnschienen angewendet. Das Gewicht ist 281 Pfund pro Meter und Geleise.

5. System von Köstlin und Battig.

Dasselbe ist 3theilig und es bestehen die 6 Mtr. langen Unterschienen aus 2 ungleichschenkligen Winkeleisen, deren kürzere Schenkel vertikal stehen und am Ende mit einer Verstärkung nach außen versehen sind. Dieselben fassen die Fahrschiene zwischen sich und sind mit ihr mittelst Schrauben derart verbunden, daß die Fahrschiene mit ihrem Kopfe auf den verstärkten Enden der Winkelschienen aufsitzt und somit keinen Druck auf die Bolzen der Verbindungsschrauben ausübt. Die liegenden Schenkel der Unterschienen haben eine geneigte Lage, um das Wasser besser abzuführen und durch das Eingreifen des Schotters einem Verrücken mehr vorzubeugen. In Entfernungen von 2·5 Mtr. sind unter die Unterschienen Querverbindungen von T-Eisen angeschraubt.

Die Fig. 7 stellt dieses System dar.

Es hat dasselbe wie alle 3theiligen Systeme wohl den Vortheil, daß die Unterschienen nach der Abnützung der Oberschienen wieder verwendet werden können, allein es ist zu complicirt und erfordert zu viele kostspielige Maschinenarbeit, was die erste Anlage viel theuerer macht, wie ein zwei- oder eintheiliges System.

Von dem in Württemberg im Jahr 1865 ausgeführten Köstlin- und Battig'schen Oberbau-System wird auch angeführt, daß der Schienenstrang

schwierig in die genaue Richtung zu bringen und darin zu erhalten sei, namentlich an den Uebergängen zwischen Geraden und Kurven. Doch ist das System noch zu neu und liegen über das Verhalten desselben noch keine genügende Erfahrungen vor. Mit einigen Abänderungen, wie Fig. 2 zeigt, wurde dieses System in Hannover und auf der Cöln-Mindener Bahn in Anwendung gebracht. Die bis jetzt gemachten Erfahrungen lauten, abgesehen von der kostspieligen Gestaltung und dem etwas geräuschvollen Rollen der Räder, günstig.

6. System Scheffler.

Baurath Scheffler hat auf den Bahnen in Braunschweig in den Jahren 1864 und 1865 dreierlei Constructionen Fig. 1 A, B, C in Ausführung gebracht. Sie gehören sämmtlich dem 3theiligen System an.

Das erste System Fig. A hat für die Unterschienen zwei sechszöllige Winkeleisen, auf welchen die Oberschiene von Feinkorneisen mit dem unteren Theil des Kopfs ruht. Ober- und Unterschienen sind durch gewöhnliche Schrauben mit einander verbunden. Die Bolzenlöcher in den Oberschienen sind oval.

Unter den Stößen sind Flacheisen von 34 Cent. Länge und 32·6 Cent. Breite.

In Entfernungen von 1·413 Mtr. sind Querverbindungen von 2·041 Mtr. langen doppelt T Eisen angenietet.

Das zweite System, gleichzeitig mit dem ersten angewandt, ist in Fig. B abgebildet. Die Unterschienen bestehen aus 2 fünfzölligen Winkeleisen, die in gleicher Weise wie oben mit denselben Oberschienen verbunden und mit eben solchen Unterblechen am Stoße verlascht sind.

Die beiden Geleisestrecken liegen in gerader freier Bahn nebeneinander und zwar auf die eine Hälfte der Länge in gutem Kiesgerölle, auf die andere Hälfte in schlechtem feinkörnigen undurchlässigen Kies und haben sich nach bereits mehrjährigem Betriebe gut gehalten, nur müssen die zur Befestigung der Oberschienen dienenden Schrauben öfter nachgezogen werden. Beide Constructionen sollen sich etwas härter, dagegen aber bei weitem gleichmäßiger und ruhiger, als die gewöhnlichen in guter Beschaffenheit befindlichen Geleise fahren.

Da sich die oberen Kanten der Unterschienen nicht scharf auswalzen ließen, so wurde das dritte System in Vorschlag gebracht, wobei diese Kanten einen seitlichen Ansatz haben, wie Fig. C. zeigt. Die Oberschienen sind aus Gußstahl hergestellt.

Die Querverbindungen bestehen aus U Eisen und sind in Entfernungen von 1·57 Mtr. angebracht.

7. System Hilf.

Das System ist zweitheilig und soll folgenden Bedingungen entsprechen:

Es soll

a) einfach, solid und billig in der Anlage sein;

b) möglichst geringe Ersatzkosten des verschleißbaren Materials verursachen;

c) eine Construction besitzen, welche eine Reduction der Regulirungsarbeiten auf das geringste Maß ermöglicht.

Demgemäß ist das System ein zweitheiliges, bei welchem Oberschiene, Langschwelle und Querverbindungen als Hauptconstructionstheile erscheinen. (Fig. 13, Taf. VIII. und IX.)

Zur Oberschiene ist eine breitbasige Schiene mit scharf unterschnittenem Kopfe gewählt, welche eine kräftige Laschenverbindung zuläßt. Das Gewicht der Schiene beträgt 25·4 Kilog. per laufenden Meter. Ihre Länge ist 6·0 Mtr. und für Kurven theilweise 5·9 Mtr. Zwei Einkerbungen am Fuße an der mittleren Befestigungsstelle dienen dazu, um das Fortrücken in der Längenrichtung zu verhindern. Die Verbindung der Oberschiene mit der Langschwelle geschieht mittelst 18 Schraubenbolzen; dieselben haben mit den Deckplatten ein Gewicht von 10·6 Kilog.

Die Langschwellen lassen sich erfahrungsgemäß ohne Schwierigkeit nach der gewählten Form walzen. Es erhalten alle eine gleiche Länge von 5·86 Mtr. Der laufende Meter Langschwelle wiegt 39·85 Kilog.

Die Tragfähigkeit der Langschwelle in Verbindung mit der Oberschiene beträgt bei einer freien Lage von einem Meter ca. 360 Centner und ist sonach eine ausreichende Sicherheit in dieser Beziehung vorhanden, abgesehen davon, daß sich die Belastung sowohl der Länge als der Breite nach auf eine große Fläche vertheilen kann. Auf den laufenden Meter Langschwelle beträgt die Unterlagsfläche 0·33 Quadratmeter. Die Eisenstärke der Langschwellen ist 10 Millimeter.

Auf eine Geleislänge von 6 Mtr. sind bei geraden Strecken und bei Kurven drei Querverbindungen angenommen. Dieselben haben ein Gewicht sammt Unterlagsplättchen und Muttern von 24·18 Kilog.

Auf 6 laufende Meter Geleise trifft demnach ein Gesammtgewicht von:

1)	2 Schienen à 6 Mtr.	305	Kilog.
2)	2 Langschwellen	467	„
3)	36 Schraubenbolzen mit Deckplatten ꝛc. .	21·19	„
4)	3 Querverbindungen	24·18	„
5)	2 Paar Laschen mit 8 Schraubenbolzen .	20·03	„
		837·40	Kilog.

mithin auf einen laufenden Meter Geleise 139·5 Kilog.

Die Kosten des fertigen Oberbaues, d. i. der Ankauf und der Transport des Materials, das Montiren, Legen des Geleises und Unterstopfen der Langschwellen, jedoch ausschließlich der Beschaffung des Kieses zur Bettung, berechnen sich pro laufenden Meter Geleise bei den zur Zeit in Nassau üblichen Preisen auf 9 Thlr. 26 Silbergr.

Nachdem mit diesem System im Jahre 1867 in dem Bahnhof Aßmanshausen eine Geleislänge von 450 Mtr. ausgeführt war und sich gut bewährte,

§. 65.

Ergebnisse der obigen Betrachtung über die verschiedenen Oberbausysteme.

Aus dem über die verschiedenen Constructionssysteme Mitgetheilten geht hervor, daß die Bedingungen, welchen der Oberbau entsprechen soll und welche Dr. Winkler in seinen Vorträgen über Eisenbahnbau wie folgt zusammenfaßt, mehr oder weniger erfüllt werden. Diese Bedingungen sind:

1) Der Druck muß sich auf eine so große Fläche vertheilen, daß ein Einsinken nicht möglich wird.
2) Der Oberbau soll eine genügende Sicherheit bieten und zwar gegen Zerbrechen, Entgleisen und Umstürzen der Wagen.
3) Der Oberbau soll möglichst geringe Anlage- und Unterhaltungskosten verursachen.
4) Der Oberbau soll möglichst geringe Betriebskosten verursachen und zwar dadurch, daß er a) der Bewegung der Wagen einen möglichst geringen Widerstand bietet und b) möglichst geringe Abnutzung der Betriebsmittel veranlaßt.
5) Der Oberbau soll keine Störungen im Betrieb verursachen.
6) Der Oberbau soll eine möglichst große Annehmlichkeit des Reisens zulassen.

Diesen Bedingungen entsprechen am meisten die Oberbausysteme mit hinlänglich starken Vignolesschienen (70 bis 80 Pfund pro Meter) auf Querschwellen, wobei die Stöße mit Laschen verbunden sind und zwischen 2 Schwellen ruhen. Bei verhältnißmäßig hohen Holzpreisen empfehlen sich in Einschnitten die Steinwürfel, wobei dieselben aber nach der Diagonale gelegt und die Parallelität des Schienenstrangs durch eiserne Querbalken, welche durch die Schienenstege gehen, gesichert ist.

Was den eisernen Oberbau betrifft, so sind die vorliegenden Erfahrungen über das Verhalten desselben noch nicht geeignet, dem einen System vor dem andern entschieden den Vorzug zu geben. Doch scheinen die Systeme von Hartwich und Hilf am meisten Aussicht auf Erfolg zu haben.

§. 66.

Oberbau für Pferdebahnen.

Im §. 32 ad 2 wurde angeführt, daß die Pferdebahnen von Vortheil sein können, wo eine große Geschwindigkeit nicht nöthig ist, wie z. B. bei Bahnen in Städten für Omnibusfahrten zur Verbindung verschiedener Stadttheile unter sich und mit den Bahnhöfen, sowie mit benachbarten größeren Orten.

Die Construction des Oberbaues wurde verschieden gewählt, immerhin muß sie so sein, daß der Straßenverkehr durch sie nicht gehindert wird und das Straßenpflaster sich gut an dieselbe anschließt.

Die Schienen haben verschiedene Formen Taf. XIV., Fig. 16 bis 24. und sind fast immer direct auf Langschwellen befestigt, nur ausnahmsweise und bei den Vignoles-Schienen fehlen dieselben zuweilen und ist eine Schotterunterlage angebracht.

Bei dem Langschwellensystem sind etwa alle 1·8 Mtr. Querschwellen unterlegt.

Bei den amerikanischen Flachschienen haben die Wagenräder Spurkränze, ebenso bei den Rinnschienen von Loubat Fig. 18 und bei den Vignolesschienen, doch gibt es auch Pferdebahnen z. B. in Paris, wo von den 4 Rädern des Wagens nur ein vorderes mit einem Spurkranz versehen ist oder wie bei dem Perambulatorsystem von Haworth, wo 4 Räder auf Flachschienen laufen und ein 5tes kleineres Rad in der Wagenachse in einer dritten Schiene mit einer Rinne läuft.

Dieses Leitrad kann durch einen am Kutscherſitze befindlichen Tritt gehoben und gesenkt werden, um nach Belieben das Geleise verlassen zu können. Es hat dieses System den Vortheil, daß gewöhnliche Wagen, wenn sie die entsprechende Einrichtung bekommen, die Bahn benützen können, dagegen den Nachtheil, daß eine dritte Schiene nöthig ist. Am meisten Anwendung finden deßhalb die Rinnschienen, deren Gewicht 13—17 Kilogr. pro lfdn. Mtr. beträgt.

Bei Schotterstraßen sind die Pferdebahnen nicht zu empfehlen, weil sich sehr bald durch den Verkehr auf der Straße Absätze an den Schienen bilden, in welche sich das Wasser einsetzt und Koth bildet. Eine Pflasterung innerhalb der Schienen und noch schmale Streifen außerhalb derselben ist deßhalb rathsam.

In Städten empfiehlt es sich wegen des Wasserabzugs, die Bahn in die Mitte der Straße zu legen, auf Landstraßen hindern sie weniger den freien Verkehr, wenn sie auf der Seite liegen.

Bei geringer Frequenz reicht ein Geleise aus und sind an angemessenen Stellen Ausweichgeleise anzulegen.

§. 67.

Wegübergänge und Einfriedigungen.

Da wo eine Landstraße oder ein sonstiger Weg die Eisenbahn durchschneidet und beide in gleiches Niveau gelegt werden, wird der Oberbau einer Bahn auf die Breite der Straße so construirt, daß die Schienenköpfe bündig mit dem Fahrweg zu liegen kommen und nur eine Vertiefung für die Spurkränze der Wagenräder aufgespart bleibt. Die Breite dieser Rinnen soll 0·06 bis 0·067 Mtr. und die Tiefe mindestens 0·038 Mtr. betragen. §. 69 (39—43).

Was die Construction derartiger Wegübergänge betrifft, so dürfte es zweckmäßig sein, wenn die Schienen auf die Länge der Straßendurchkreuzung auf eichene Langschwellen befestigt, und letztere wieder auf gut fundamentirte Quaderunterſätze aufgedübelt werden.

Je nach der Schienenform und dem für den Oberbau der Bahn ange-

nommenen System wird der Wegübergang verschieden construirt werden. Bei Anwendung der Vignolasschiene und dem Querschwellensystem sind früher die Constructionen Fig. 13 und 19, Taf. XXIII., dagegen bei dem Langschwellensystem die Constructionen 14, 15 und 16 gebräuchlich gewesen. In neuerer Zeit werden bei dem Querschwellensystem mit Vignolasschienen die letzteren nur einfach durch Schraubenbolzen mit den Parallelschienen verbunden und sodann mit Hackenkloben an die ersteren befestigt.

Für Doppelparallelschienen, welche durch gußeiserne Stühle mit den Querschwellen verbunden sind, hat man die Anordnungen Fig. 17 und 18.

Bei der westphälischen Ostbahn hat man einige Wegübergangsschienen von der Form Fig. 19b walzen lassen und solche auf hölzerne Schwellen mittelst Schrauben befestigt.

Wie auch diese Construction angenommen werden möge, immerhin sind zwei Bedingungen zu erfüllen:

1) die Schienen müssen sorgfältig und solid fundamentirt sein;
2) eine Reparatur des Oberbaues soll möglichst leicht zu bewerkstelligen sein.

Zwischen den Schienensträngen, sowie eine Strecke außerhalb denselben, kann die Oberfläche des Weges abgepflastert sein, indeß genügt auch eine Einschotterung. Die Breite der Pflasterung oder Einschotterung richtet sich zunächst nach der Bedeutung der Straße. Bei Haupthandelsstraßen sollte dieselbe wenigstens 6 Mtr., bei minder wichtigen Straßen 4·5 Mtr. und bei den kleineren Vicinal- und Feldwegen nicht unter 3 Mtr. betragen. §. 69 (39—43).

Die Fig. 1, 2, 3, Taf. XXIII. zeigen einen rechtwinklichen Wegübergang der badischen Bahn; die Fig. 6 zeigt den Grundriß eines schiefen Wegübergangs für einen Vicinalweg.

Bei der großen Geschwindigkeit der Wagenzüge auf den Eisenbahnen ist es im Interesse der Sicherheit zweckmäßig, die Bahn so viel als möglich dem Zutritte von Menschen und Thieren zu entziehen, und zu diesem Zwecke die Bahn zu beiden Seiten einzufriedigen. In Amerika, Belgien und selbst bei vielen deutschen Bahnen findet man diese Maßnahmen nicht immer befolgt; in England und in den meisten deutschen Staaten dagegen ist die Einfriedigung gesetzlich vorgeschrieben, um so viel als thunlich jede Veranlassung zur Verunreinigung und muthwilligen Beschädigung, wodurch die Sicherheit des Betriebsdienstes gefährdet werden kann, zu verhüten. In der Nähe von bewohnten Orten und Kreuzungen mit öffentlichen Wegen wird ein vollständiger Abschluß der Bahn um so wesentlicher, je mehr dieselbe hier der Gefahr ausgesetzt ist, betreten zu werden. Die die Bahn in gleicher Höhe durchschneidenden Straßen sind unter allen Verhältnissen durch Barrièren, Dreh- oder Schiebthore, Schieblatten ꝛc. so zu sichern, daß die Straße abgesperrt werden kann, wenn sich der Bahnzug derselben nähert. Die gewöhnliche Einrichtung einer Schiebbarrière ist aus den Fig. 1 und 2, Taf. XXIII. ersichtlich.

Hat die Schieblatte eine freiliegende Länge von 4·5—5 Mtr., so ist es zweckmäßig, wenn sie in der Zwischenzeit von einem Zug zum andern ihrer ganzen Länge nach auf einer festen Latte aufliegt.

Für größere Straßenbreiten als 4·5—5 Mtr. eignen sich Drehthore am besten; dieselben können entweder von Schmiedeeisen, wie Fig. 4, 11 und 11a, oder von Holz, wie Fig. 5 und 12 construirt sein.

Die Einrichtung, wie solche zuweilen zu finden ist, daß in der Regel die Bahn geschlossen und nur zur Zeit der Ankunft eines Zugs geöffnet, dagegen mit denselben Abschlußthoren die Straße abgesperrt wird, verdient nicht empfohlen zu werden.

Das Schließen und Oeffnen dieser Barrièren bei dem Annähern und Passiren eines Zuges geschieht gewöhnlich durch besonders an diesen Uebergängen angestellte Bahnwärter, denen dann gleichzeitig noch eine kleine Bahnstrecke zur Instandhaltung anvertraut ist.

Für den Fall, daß zwei Wegübergänge ziemlich nahe bei einander liegen, dürfte indeß eine solche Einrichtung in ökonomischer Hinsicht nicht mehr gerechtfertigt erscheinen, daher man die Schieblatte durch einen Schlagbaum, Fig. 7, ersetzt, und von demselben einen Drahtzug nach dem nächsten Bahnwartshause führt, mit dessen Hülfe der Schlagbaum herabgelassen werden kann. Die Fig. 9 und 10 geben die Details zu der Barrière Fig. 7. Andere Constructionen sind noch auf Taf. XXIV. enthalten.

Die allgemeine Absonderung einer Bahn von dem angrenzenden Gelände geschieht dort, wo eine solche im Interesse der Sicherheit für wünschenswerth erachtet wird, meistens durch tiefe Seitengraben oder durch lebendige Zäune und Einfriedigungen verschiedener Art. Bei der bad. Eisenbahn geschah die Einfriedigung auf folgende Weise:

Zu beiden Seiten der Durchschnittslinien der Bahnböschungen und des angrenzenden Geländes wurde noch ein Geländestreifen von 0·3 Mtr. Breite mit angekauft, damit der Haag nach den Bestimmungen des Landrechts etwas entfernt von dem angrenzenden Eigenthum gehalten und die Grenzlinie einigermaßen ausgeglichen werden konnte. In der Richtung dieser Grenzlinie wurde nun ein lebendiger Haag angepflanzt, an dessen Stelle man jedoch vorläufig eine Einzäunung von Pfählen und Latten errichtete, welche den erforderlichen Schutz so lange gewähren sollte, bis der lebendige Haag angewachsen war. Zur Bildung dieses Haags wurden anfänglich Maulbeerpflanzen gewählt, welche jedoch nirgends recht gedeihen wollten; man hat daher später der Bodenart entsprechende und in der Localität einheimische Pflanzen, als Goldweide, Hartriegel 2c. genommen, die nunmehr dort, wo einige Pflege stattfindet, einen schönen dichten Haag bilden, welcher auf 1·2 Mtr. Höhe und 0·3 Mtr. Breite in der Scheere gehalten wird.

§. 68.

Oberbauverhältnisse der hauptsächlichsten europäischen Eisenbahnen.

Englische Bahnen.	Oberbau-System.	Schienenlänge in engl. Fuß.	Gewicht der Schienen per Yard in engl. Pfunden.	Entfernung der Querschwellen von Mitte zu Mitte in engl. Fuß.		Form der Schienen.
				größte	kleinste	
Arbroath Forfar	Steinbl., Querschwellen, Chairs	—	48	—	—	—
Birmingham-Derby-Junction	Querschw. mit Chairs	—	57	3	—	—
Birmingham-Gloster	Querschwellen, Langschw. Chairs	15	56	5	2′ 2	a*)
Bolton-Preston	Langschwellen	—	58	—	—	—
Brandling-Junction	Querschw. u. Steinbl.	—	[42]	3	—	—
Chester-Birkenhead	Querschw. mit Chairs	—	56	—	—	ae
Chester-Crewe	Querschwellen, Steinbl., Chairs	15	56	—	—	—
Dublin-Klingstown	Querschw. u. Langschw.	—	45	3	—	—
Dundee-Arbroath	Querschwellen, Steinbl. mit Chairs	—	48	—	—	—
Eastern-Counties	Querschwellen	—	75	—	—	—
Edinburgh-Glasgow	Steinbl., Querschwellen	—	75	—	—	a
Garnkirk-Glasgow	Steinbl., Langschwellen	—	42 und 50	3	2½	—
Grand-Junction	Steinbl., Querschwellen, Chairs	—	68	3½	—	—
Great North of England	Steinbl. mit Chairs	18	74	3·3	2·8	—
Great-Western	Langschwellen	—	44 und 72	—	—	e
Great Western-Cheltenham	Langschwellen	15	72	—	—	—
Hull-Selby	Lang- und Querschwellen mit Chairs	—	55 und 63	—	—	—
Leed-Selby	Steinbl. und Querschw.	15	42	3	—	—
Liverpool-Manchester	Querschw. mit Chairs	—	75 und 70	5	3′ 9″	a
London-Birmingham	Querschw., Chairs	15	65 und 75	4	3, 9″	—
London-Birmingham	Querschw., Chairs	15	82	3′ 4″	2′ 6″	—
London-Backwall	Querschw., Chairs	18	—	3′ 6″	—	—
London-Brighton	Querschw., Steinbl. und Chairs	15	76	3′ 9″	—	—
London-Greenwich	Querschw. mit Chairs	—	50	—	—	—
London-Greenwich	Querschwellen	16	78	4	—	—
London-South-Western	Querschw. mit Chairs	—	75	—	—	—
Manchester-Birmingham	Steinbl., Querschwellen, Chairs	15	65	—	—	—
Manchester-Leeds	Steinbl., Querschwellen, Chairs	15	80	3	—	—

*) a. halbrund. b. oben und unten beschlagen, an den Seiten rund. c. trapezförmig. eckig. e. rechtwinklicht.

Englische Bahnen.	Oberbau-System.	Schienenlänge in engl. Fußen.	Gewicht der Schienen per Yard in engl. Pfunden.	Entfernung der Querschwellen von Mitte zu Mitte in engl. Fußen. größte	kleinste	Form der Schwellen.
Midland-Counties . .	Steinbl., Querschwellen, Chairs	15	78	5	—	—
South-Eastern . . .	Querschw., Chairs . .	—	73	—	—	f
York-Nord-Midland .	Steinbl., Querschwellen, Chairs	—	54, 25	3	—	—

Belgische, französische, amerikanische und italienische Bahnen.		Länge in Meter.	Gewicht per Meter in Kilogramm.	Entfernung der Schwellen in Meter.		
Belgische Bahnen . .	Querschwellen, Chairs .	5·10	34	3	—	a
Mount-Carbon-Philadelphia	Querschwellen, Chairs .	5·12	52·8	0·96	—	e
Ambois. Camden . .	Steinbl., Chairs . . .	4·88	28·81	0·98	—	—
Amiens et Boulogne .	Querschwellen, Chairs .	4·50	30·514	1·25	1.00	—
Beaucaire-Alais-Grand-Combe	Querschw. und Chairs .	4·80	33	1·12	—	—
Bordaux la Teste . .	Querschw. und Chairs .	(4·50) (5·40)	20	—	—	—
Bordaux-Orleans . .	Querschwellen u. Chairs	4·80	33·33	1·20	—	a
Chemin de fer du Centre	Querschwellen u. Chairs	5·50	36	1·25	0·875	a
Chemin de fer du Ceinture	Tafeln und Chairs . .	—	37	—	—	e
Lyon-Avignon . . .	Tafeln und Chairs . .	—	35·70	—	—	—
Marseille-Avignon .	Querschwellen u. Chairs	4·80	33	1·24	0·70	ae
Montpellier-Cette . .	Steinblöcke und Chairs	4·80	34·16	1·25	1·15	—
Mühlhouse-Thann . .	Querschwellen u. Chairs	4·50	20	0·90	—	ae
Chemin de fer du Nord	Querschwellen u. Chairs	4·50	37	1·00	0·75	—
Chemin de fer d'Orleans	Querschwellen u. Chairs	4·50	30	(1·25) (1·00)	(1·00) (0·75)	—
Paris-Lyon	Querschwellen u. Chairs	5·00	38	1·132	0·802	ae
Paris-Rouen	Querschwellen u. Chairs	4·80	36	1·28	1·12	—
Paris-Sceaux . . .	Querschwellen u. Chairs	4·50	31	0·90	—	—
Paris-Strassbourg . .	Querschwellen u. Chairs	4·50	37·20	1·125	—	ae
Paris-St.-Germain . .	Querschwellen u. Chairs	4·50	30	1 12	—	—
Rouen-Havre . . .	Querschwellen u. Chairs	4·50	36	1·35	1 05	—
Strassbourg-Basel .	Querschwellen u. Chairs	4·50	25	0·90	—	—
Chemin de fer de Versailles	Querschwellen u. Chairs	4·50	30	1·12	—	—
Maye-Amsterdam . .	Langschwellen . . .	—	30	(Querschwell. 1·00)		—
Neapel-Racera-Castelamare	Lavabl., Querschw., Chairs	5·00	25	—	—	—
Piemontesische Bahnen	Querschwellen u. Chairs	4·50	34	—	—	ae

Deutsche Bahnen.	Oberbau-System.	Schienenlänge in rheinländ. Fußen.	Gewicht der Schienen per Fuß in Pfunden.	Entfernung der Querschwellen von Mitte zu Mitte in rheinländ. Fußen. größte	kleinste	Form der Schwellen.
Aachen-Düsseldorf-Ruhrorter	Querschwellen	18′	21·5	3′ 2″	2′ 8″	a
Aachen-Mastrichter	Querschwellen	18′	23	3′ 3″	2′ 6″	a
Altona-Kieler	Querschwellen	14′ 9″	19·3	3′ 3″	2′ 6″	b
Bayerische	Querschwellen mit Chairs	16′ 6″	15	—	—	b
Bergisch-Märkische	Querschwellen	18′	21	3′	3′	a
Berlin-Hamburger	Querschwellen	18′	22·5	3′	3′	b
Berlin-Anhaltische	Querschwellen mit Chairs	18′	19	3′ 5″	2′ 9″	b
Berlin-Stettiner	Querschwellen	18′	17	2′ 9″	2′ 6″	b
Breslau-Schweidnitzer	Querschwellen mit Chairs	15′ 6″	20—22	3′	2′ 10″	b
Friedrich-Wilhelm-Nordbahn	Querschwellen	14′ 4″	19·3	3′ 3″	2′ 6″	e
Köln-Mindener	Querschwellen	18′	20	3′ 2″	3′	b
Hamburg-Bergedorfer	Querschwellen mit Chairs	17′ 9″	20·8 u. 21·12	2′ 9″	2′	b
Braunschweig-Lüneburger	Querschwellen	15′ 3″	22·4	2′ 6″	2′ 6″	b
Hannov. Staatsbahnen	Querschwellen	17′ 3″	21·6	3′	2′ 12″	b
Leipzig-Dresdener	Querschwellen	17′ 3″	15	2′ 8″	2′ 3″	b
Lübeck-Büchener	Querschwellen	17′ 9″	23	3′	3′	b
Magdeburg-Köthen-Halle-Leipziger	Querschwellen	15′	14	2′ 6″	2′ 6″	b
Magdeburg-Wittenberg.	Querschwellen	—	20	—	—	—
Mecklenburgische	Querschwellenm. Stühlen	18′	18·87 u. 20	3′ 2″	2′ 9″	b
Münster-Hamm	Querschwellen	18′	20	3′ 2″	2′ 9″	b
Niederschlesisch-Märkische Staatsbahn	Querschwellen	—	18·6	—	2′ 10″	bc
Niederschles. Zweigbahn	Querschwellen	18′	18	3′ 3″	2′ 6″	b
Oberschles.-Krackau-Oberschlesische	Querschwellen	17′ 6″	22	—	2′ 11″	b
Preußische Ostbahn	Querschwellen	—	22	—	—	b
Pfälzer Ludwigsbahn	Querschwellen	17′ 2″	21	2′ 8″	2′ 3″	b
Prinz Wilhelm	Querschwellen mit Chairs	17′ 9″	20	3′ 4″	2′ 4″	b
Rheinische	Querschwellen	17′ 9″	24·75	—	3′	b
Königl. Preußische Saarbrückener	Querschwellen	17′ 9″	22	3′ 3″	2′ 10″	b
Sächsisch-Böhm. Staatsb.	Querschwellen	17′ 4″	17·64	2′ 6″	2′	b
Sächsisch-Schles. Staatsb.	Querschwellen	17′ 4″	22·38	—	—	b
Sächsisch-Bayer. Staatsb.	Querschwellen	—	18	—	—	b
Chemnitz-Risaer Staatsb.	Querschwellen	17′ 4″	17·5	—	—	b
Stargard-Posener	Querschwellen	17′ 9″	22·82	3′ 3″	2′ 8″	b
Thüringische	Querschwellen	18′	22	3′	3′	b
K. Preuß. Westphälische Staatsbahn	Querschwellen mit Chairs	18′	18	3′ 2″	2′ 9″	b
Wilhelmsbahn	Querschwellen	—	18	—	3′	b
Bonn-Kölner	Querschwellen	18′	19	3′ 3″	2′ 6″	b
Main-Weser	Querschwellen	17′ 6″	20·24	3′ 3″	2′ 8″	e
Kaiser Ferd. Nordbahn	Querschwellen mit Chairs	—	11	—	—	c

Deutsche Bahnen.	Oberbau-System.	Schienenlänge in rheinländ. Fußen.	Gewicht der Schienen per Fuß in Pfunden.	Entfernung der Querschwellen von Mitte zu Mitte in rheinländ. Fußen. größte	Entfernung der Querschwellen von Mitte zu Mitte in rheinländ. Fußen. kleinste	Form der Schwellen.
Lang- und Querschwellen	Wien-Gloggnitzer . .	16′	15	4′	4′	—
Querschwellen . . .	Wien-Brugger . . .	16′	15	2′ 9″	2′ 9″	c
Querschwellen . . .	Taunus	15′	19·7	3′ 2″	2′ 9″	—
Steinbl. m. Querschwellen	Düsseldorf-Elberfelder .	16′	15	3′	3′	b
Querschwellen . . .	Stettin-Potsdam-Magdeburger	18′	20	3′ 3″	2′ 8″	b
Querschwellen mit Chairs	Magdeburg-Halberstädter	18′	18	3′ 4″	2′ 6″	b
Querschwellen mit Chairs	Württemberg. Staatsbahn	17′ 6″	19	2′ 9″	2′ 3″	b
Querschwellen . . .	Großherzoglich Badische	20′	22	3′ 6″	2′ 6″	e

§. 69.

Technische Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen über den Bau und die Betriebseinrichtungen der Eisenbahnen. 1866.

A. Bahnbau.

Planum.

§. 1. Der Entwurf für Eisenbahnen, welche nicht Zweigbahnen oder secundaire Bahnen sind, ist so anzuordnen, daß wenn es erforderlich wird, zwei Geleise angelegt werden können.

Kronenbreite.

§. 2. Die Kronenbreite in einer horizontaten Linie durch die Unterkante der Schienen gemessen, soll bis zum Durchschnittspunkte der Böschungslinien bei einer zweigeleisigen Bahn nicht weniger als 24 Fuß 9 Zoll (7,m·5), bei einer eingeleisigen Bahn nicht weniger als 13 Fuß (4,m·0) betragen.

Gefälle und Kurven.

§. 3. Das Längengefälle, welches die Hauptbahnen in der Regel nicht überschreiten sollen, beträgt:

im flachen Lande 1 : 200.
im Hügellande 1 : 100.
im Gebirge 1 : 40.

Die Gefällwechsel sind zur Gewinnung sanfter Uebergänge mittelst Kreisbogen von möglichst großem Radius abzurunden.

§. 4. Der Krümmungshalbmesser der Kurven soll wo möglich bei Hauptbahnen im flachen Lande nicht mehr unter 3600 Fuß (1100,m·0), im Hügellande nicht unter 2000 Fuß (600,m·0) betragen. Ausnahmsweise darf derselbe bis auf mindestens 1200 Fuß (360,m·0) beschränkt werden. Bei Gebirgsbahnen ist der geringste Halbmesser in der Regel 1000 Fuß (300,m·0), ausnahmsweise mindestens 600 Fuß (180,m·0). Die gerade Strecke zwischen zwei entgegengesetzten Kurven soll in der Regel noch die Länge eines Bahnzugs erreichen. Die steilern Steigungen einer Bahn sollen in den Kurven angemessen ermäßigt werden.

§. 5. Die Bahnhöfe sollen eine horizontale Strecke enthalten, welche im flachen und Hügellande wenigstens 1800 Fuß (550,m·0), im Gebirge wenigstens 600 Fuß (180,m·0) lang ist. Im flachen und im Hügellande muß wenigstens ein Theil dieser Strecke eine gerade Linie von mindestens 600 Fuß (180,m·0) enthalten.

Größere Steigungen als 1 : 400 sollen auf Bahnhöfen nicht vorkommen.

Spurweite.

§. 6. Die Spurweite muß im Lichten 4 Fuß 8½ Zoll (1,m.436) betragen.

Freier Raum für die Bahn.

§. 7. Die Bahngeleise in der freien Bahn sollen vom Mittel zu Mittel nicht weniger als 11 Fuß 4 Zoll (3,m.5) von einander entfernt sein.

§. 8. Auf der freien Bahn und denjenigen Geleisen der Bahnhöfe, auf welchen Züge bewegt werden, ist das auf anliegender Tafel A gezeichnete Normal-Profil des lichten Raumes mindestens inne zu halten.

§. 9. Die freie lichte Höhe über der ganzen Breite eines jeden Bahngeleises soll wenigstens 15 Fuß 9 Zoll (4,m.8) über den Schienen betragen.

§. 10. Die Ausgüsse der Wasserkrahne sollen mindestens 9 Fuß 4 Zoll (2,m.8) über der Oberkante der Schienen liegen.

Schienen.

§. 11. Die Schienen sollen aus geeignetem unter Controle gewalztem Eisen oder Stahl bestehen und in der Regel in Längen von nicht weniger als 18 Fuß (5,m.5) verwendet werden.

§. 12. Der Kopf der Schienen soll nicht weniger als 2¼ Zoll (57 m.m.) breit sein und eine gewölbte Oberfläche, deren Halbmesser nicht unter 5 Zoll (130 m.m.) beträgt.

§. 13. Die Höhe der Schienen bei Hauptbahnen soll nicht weniger als 4½ Zoll (114 m.m.) betragen.

§. 14. Die größte Belastung, welche die Schienen durch ein Rad zu erhalten haben, soll bei dem jetzt üblichen Gewicht und Material der Schienen 130 Zoll-Centner nicht übersteigen.

Lage der Schienen.

§. 15. Die Schienen sollen nach innen geneigt gestellt sein und soll diese Neigung mindestens 1/20 der Höhe betragen.

§. 16. Die Oberflächen der beiden Schienen eines Geleises sollen in geraden Strecken genau in gleicher Höhe liegen.

In Kurven soll die äußere Schiene mit Berücksichtigung der Fahrgeschwindigkeit um so viel höher gelegt werden als die innere, daß die Schienenkante möglichst wenig von den Spurkränzen nachtheilig angegriffen wird.

§. 17. In Kurven, welche mehr als 2000 Fuß (600,m.0) Halbmesser haben, tritt keine Erweiterung des Spurmaaßes ein. In Kurven von 600 Fuß (180,m.) Halbmesser darf die Erweiterung bis höchstens 1 Zoll (25 m.m.) betragen.

Schienenbefestigung.

§. 18. Die Köpfe der Schienen sollen an den Stoßenden in einer zu der Achse der Schienen normalen Ebene abgeschnitten sein.

§. 19. Die Oberkante der Schienen soll am inneren Rande derselben über den Befestigungsmitteln, als Stühlen, Nägeln ꝛc. mindestens 1½ Zoll (38 m.m.) erhöht sein.

§. 20. Die Stoßverbindungen der beiden Schienen eines Geleises in gerader Linie sollen in der Regel einander normal gegenüber angeordnet werden.

§. 21. Die Befestigung der Stoßverbindung muß den erforderlichen Spielraum für Temperatur-Veränderungen gestatten.

§. 22. Stoßverbindungen breitbasiger Schienen mit bloßen Hackennägeln oder Holzschrauben sind in Hauptgeleisen unzulässig.

§. 23. Zur Verbindung der Schienen an den Stößen wird eine Laschenconstruction mit 4 Schraubenbolzen als die beste Verbindungsart anerkannt.

§. 24. Auch bei der Stoßverbindung der Stuhlschienen ist die Anwendung von Laschen zu empfehlen.

Unterlagen.

§. 25. Die besten bisher angewandten Unterlagen für Schienen sind diejenigen aus Holz, welches von einer Substanz durchdrungen ist, die es gegen Fäulniß schützt.

§. 26. Bei der Anwendung von Unterlagen aus Holz ist das System der Querschwellen dem der Langschwellen unbedingt vorzuziehen.

§. 27. Bei Anwendung von Querschwellen unter den Stößen der Schienen sollen dieselben eine größere Grundfläche haben, als die Mittelschwellen.

§. 28. Die den Schienenstößen zunächst liegenden Schwellen sollen denselben so nahe gelegt werden, als es das vollkommene Unterstopfen irgend gestattet.

Bei einer kräftigen Laschenconstruction ist die Anwendung schwebender Stöße zu ausgedehnten Versuchen zu empfehlen.

§. 29. Wo ausnahmsweise Langschwellen zur Anwendung kommen, sollen dieselben mindestens an den Stoßverbindungen dergestalt mit einander verbunden werden, daß ihre gegenseitige Entfernung sich nicht verändern kann.

§. 30. Stein-Unterlagen sind bei neuen Bahnen nur da zu gestatten, wo ihr Bettungs-Material den gewachsenen Boden erreicht.

§. 31. Auf Dämmen sollen bei älteren Bahnen die Steinunterlagen nur dann gelegt werden, wenn sich die Dämme vollkommen consolidirt haben.

§. 32. In Kurven von geringerem Halbmesser als 2500 Fuß (760,m.0) müssen die Stein-Unterlagen an den Stoßverbindungen so mit einander verbunden sein, daß eine Veränderung der Spurweite vollständig verhindert wird. In flachen Kurven mit geraden Linien kann diese Verbindung fortbleiben, wenn die Steinwürfel ein genügendes Gewicht haben, die Neigung der Schienen erhalten und an ihrer äußern Seite mit Bettungsmaterial fest hinterstopft werden.

Trockenlegung.

§. 33. Das Planum ist dergestalt trocken zu legen, daß das tiefste Eindringen des Frostes in die Erde nicht den höchsten Stand des Wassers erreicht.

§. 34. Die Sohle des Bettungs-Materials muß unter allen Umständen eine vollständige Entwässerung nach den Seiten des Planums erhalten.

Wünschenswerth ist es, die Außenbanquetts ganz aus durchlassendem Material zu bilden.

Bettungs-Material.

§. 35. Das Bettungsmaterial soll, sowohl unter den Schwellen als unter den Steinunterlagen wenigstens 8 Zoll (200 m.m.) stark sein.

§ 36. Das Bettungsmaterial soll eine solche Beschaffenheit haben, daß es weder bei anhaltender Nässe durchweicht, noch durch Frost zerstört wird.

Brücken.

§. 37. Für Brücken soll eine solide Wölbung von Steinen oder guten Ziegeln jeder Construction von anderem Material vorgezogen werden, wenn nicht besondere Gründe die Wahl einer soliden Eisen-Construction vortheilhafter erscheinen lassen.

§. 38. Hölzerne Brücken sind in Hauptbahnen nicht zu gestatten.

Bei eisernen oder Stahl-Brücken sollen die tragenden Theile der Brückenbahn aus gewalztem oder geschmiedetem Material bestehen.

Eine Prüfung dieser Brücken durch Belastung ist nothwendig.

Weg-Uebergänge.

§. 39. Der Winkel, unter welchem die Uebergänge im Niveau der Bahn die Geleise durchkreuzen, soll in der Regel nicht kleiner sein als 30 Grad.

§. 40. Bei Wegübergängen in Geleisen von normaler Spurweite soll die Rinne für den Spurkranz $2^5/_8$ Zoll (67 m.m.) breit und wenigstens $1^1/_2$ Zoll (38 m.m.) tief sein. Ueber diese Tiefe darf am inneren Rande der Schienen überhaupt kein Constructionstheil hervorragen.

Räume für Abgabe des Handgepäcks.
Bureau für Steuerbeamte.
Zimmer für Portier, für Schaffner, für Bahnhofarbeiter.
Wachstuben für Weichenwärter.
Verladerampen für Vieh, Holz und Equipagen.
Kohlenlagerplätze.
Brückenwaagen.
Räume für Löschgeräthschaften.
Dienstwohnungen für die Vorstände, den Cassier, Verwalter, Ingenieur, Güterexpeditor, Bahnhofaufseher, Portier, Bureaubiener und für die Weichenwärter.

c) Für die Unterbringung und Unterhaltung des Betriebsmaterials.
Locomotivremisen mit Heizungseinrichtung, kleine Werkstätte und Magazin.
Wagenremisen.
Werkstätten zur Reparatur der Maschinen und Wagen.
Magazine für verschiedene Materialien zur Unterhaltung und zum Betrieb.

d) Für den Betrieb.
Wasserstationen mit Reservoir und Pumpeinrichtung.
Gaseinrichtung.
Kesselhaus für die Fußwärmer.

Welche Ausdehnung nun einer Station zu geben sei, welche Gebäude und Räumlichkeiten nothwendig sind, hängt theils von der Localität der Station ab, hauptsächlich aber von dem Umfange des Verkehrs und von den Bedürfnissen für das Betriebsmaterial. Die letzteren sind abhängig von der Einrichtung und dem Ineinandergreifen des Betriebs auf der ganzen Bahn, sowie auf den Stationen selbst und müssen sich daher auf einen im Voraus entworfenen Betriebsplan stützen, der angibt, wie viel Züge gehen, welche hrzeiten sie haben, wo sie übernachten, wo die Maschinen gespeist werden b wo dieselben, wie auch die Wagen, einer Reparatur unterworfen werden nen, endlich wo die Wagenremisen und Magazine hinzukommen haben.

Die Ermittlungen des Verkehrs, der Betriebsplan, die Erfahrungen an schon bestehenden Anlagen geben die nöthigen Datas an die Hand, um für eine gegebene Station ein Programm aufstellen zu können, nach welchem der genieur sein Project entwerfen kann.

Dabei ist aber stets in das Auge zu fassen, daß die Anlage in der Art jectirt wird, daß sie einer Vergrößerung leicht fähig ist, daß der Personenverkehr sich von dem Güterverkehr trennt, daß die ankommenden und enden Personenzüge ihre besonderen Geleise und Perrons haben, daß Rangiren der Güterzüge hinlänglich viel Parallelgeleise vorhan-

Zehnter Abschnitt.

Von den bei einer Eisenbahn vorkommenden Gebäuden und Aufnahmsstationen.

ständen auch wegfallen, wenn nämlich das eine Hauptgeleise sich direct an das Ausweichgeleise anschließt, es kann aber auch vorhanden sein, wenn 2 Geleise ohne Weichen verbunden werden sollen.

Die Weiche wird eine Doppelweiche, wenn von derselben Stelle des Hauptgeleises 2 Geleise abgehen, eine Kreuzweiche, wenn sich 2 Weichen, welche 2 Geleise nach verschiedenen Richtungen verbinden, durchkreuzen.

Jede Weiche besteht aus 2 beweglichen und 2 festen Schienen, die ersteren sind die Zungen- oder Verschubschienen, die letzteren die Anschlagschienen.

Das Bewegen oder Verschubschienengeschäft geschieht durch die Ausrückvorrichtung oder das Excenter.

Bei den Weichen neuester Construction haben die Zungen meist eine gleiche Länge von 4·5 Mtr. An dem Wurzelende, wo die Zunge eine für ihre Drehung geeignete Befestigung erhält, muß ihr Abstand von der Anschlagschiene so groß sein, daß ein Rad mit dem Spurkranze ungehindert durchpassiren kann, nemlich 0·042 bis 0·06 Mtr., oder der Abstand von Mitte zu Mitte der Schienen, gleich dem Abstande der innern Schienenkopfränder 0·11 bis 0·12 Mtr. = 0·4 bad. Fuß.

Die Spitzen der Weichen müssen mindestens 0·12 Mtr. auffchlagen. §. 105 (64).

Da die Zungenspitze an die Anschlagschiene tangential anschließen muß, so entspricht die Form der Zunge bei einem geraden Hauptgeleise einem Kreisbogen, dessen Halbmesser

$$(1) \qquad r = \frac{4{\cdot}5^2 + \delta^2}{2\delta} \text{ ist, worin}$$

4·5 die Zungenlänge und δ der Abstand der inneren Schienenkopfränder. Fig. 9, Taf. XIV.

Ist jedoch das Hauptgeleise gekrümmt, so muß bei entgegengesetzter Richtung der Zunge der Radius der letzteren größer, bei gleicher Richtung kleiner werden, vorausgesetzt, daß die Zungenlänge unverändert bleibt. Man denkt sich an den Anfangspunkt der Zunge an den innern Schienenkopfrand der Anschlagschiene eine Tangente gelegt und berechnet für die Entfernung von 4·5 Mtr. die Erhebung oder Senkung des Hauptgeleises von derselben. Ist R der Halbmesser des Hauptgeleises, so ist die Erhebung oder Senkung

$$y = \pm \frac{4{\cdot}5^2}{2R}$$

und es wird dieselbe stets kleiner ausfallen als δ, daher man aus Gleichung (1) den Zungenradius erhält, für den einen Fall durch Substitution von $\delta - y$ und für den andern von $\delta + y$ statt δ.

Soll der Radius der Zunge constant bleiben, so kann die Länge derselben geändert werden, sie sei $= x$, so hat man die Erhebung oder Senkung Anschlagschiene $y = \pm \frac{x^2}{2R}$ und für die Zunge $y_1 = \frac{x^2}{2r}$

i) Ein Gebäude zum Verladen der ankommenden und abgehenden Kaufmannsgüter, insofern überhaupt ein Waarenverkehr auf der betreffenden Station zu gewärtigen steht.

k) Eine Einrichtung zum Speisen der Tenders, wenn die betreffende Station weiter als 4—6 Stunden von einer Hauptstation oder nächsten Wasserstation entfernt liegen sollte.

l) Aborte.

m) Eine Wohnung oder wenigstens Aufenthaltszimmer für Excentrikwärter.

n) Ein Geräthschaften- und Materialienmagazin.

o) Ein Brunnen.

Bei der Anlage einer Zwischenstation im Allgemeinen gilt der Grundsatz: alle Gebäulichkeiten so zu placiren, daß sowohl hinsichtlich des Personen- als Güterverkehrs die größtmöglichste Bequemlichkeit stattfindet, und die für den Betrieb nöthigen Arbeiten, als Speisen der Locomotiven, Drehen der Fahrzeuge, Anhängen neuer Wagen an die Züge, Abladen der ankommenden und Aufladen der abgehenden Güterwagen ꝛc. mit der geringsten Mühe und dem wenigsten Zeitaufwand bewerkstelligt werden können.

§. 75.

Aufnahmsgebäude.

Das Aufnahmsgebäude liegt immer an der der naheliegenden Stadt zugekehrten Seite der Schienenstränge und zwar entweder und in der Regel in der Mitte des Bahnhofs oder wenn etwa eine Zufahrtsstraße schon vorhanden ist und der Güterverkehr vorzugsweise nur nach einer Richtung hin zu erwarten steht, mehr an dem Ende desselben, wobei dann an dem andern Ende der Güterschuppen und Verladeplatz herzustellen sein wird.

Die Größe des Aufnahmsgebäudes richtet sich nach der Wichtigkeit der Station und der Größe des zu erwartenden Verkehrs.

Bezüglich der Form des Gebäudes und Anordnung im Innern wäre hervorzuheben, daß eine länglich rechteckige Form mit dem Portal in der Mitte der von der Bahn abgekehrten Langseite am zweckmäßigsten ist, daß die Vorhalle hell und geräumig und so angelegt werde, daß man von da aus leicht in die Wartsäle, Billet- und Gepäckexpedition, Telegraphenbureau u. dgl. gelangen kann, daß man ferner in die Räume für den Stationsdienst und die Wartesäle vom Perron aus direct einzutreten im Stande ist und die genannten Räume bequem nebeneinander liegen, daß für den Fall später nöthig werdender Erweiterungen der größte Wartesaal zweckmäßig in einen besonderen Anbau an eine Giebelseite gelegt wird, daß in den Vorhallen und Wartesälen Pfeiler und Säulen, sowie auf der Perronseite der Gebäude Mauervorsprünge möglichst vermieden werden, daß einfache Beamtenwohnungen den eingebauten Wohnungen vorzuziehen sind, alle Treppen in das obere Geschoß von beson-

Von den bei einer Eisenbahn vorkommenden Gebäuden und Aufnahmsstationen.

§. 70.

Allgemeine Bemerkungen.

Die eigenthümliche Art der Verwaltung von Eisenbahnen macht die Errichtung von mancherlei Gebäuden nothwendig. Für die Bahnwärter, unter deren Aufsicht zunächst die ganze Bahn steht, sind die nöthigen Bahnwarthäuser längs der Bahn erforderlich; auf größeren Entfernungen, etwa von 4 bis 6 Wegstunden, sind Wasserstationen anzulegen, um den Tenders das auf dieser Bahnstrecke verdampfte Wasser wieder zu ersetzen. In der Nähe größerer Städte und Ortschaften, von welchen aus der Zu- und Abgang von Personen und Gütern stattfindet, werden Gebäulichkeiten aller Art erforderlich, als wie Gebäude für die Aufnahme der Reisenden, der Güter, für die Bureaus der Verwaltungsbeamten, für das Unterbringen der Wagen und Locomotivmaschinen, der Brenn- und sonstigen Materialvorräthe, für Reparaturwerkstätten, für Aufbewahrung von Reservestücken aller Art, für Zollbureaus ꝛc. Wir werden in dem Folgenden diese einzelnen Gebäulichkeiten näher betrachten, und machen nur die Bemerkung, daß in der Regel mit alleiniger Ausnahme der Bahnwartshäuser alle übrigen Gebäude und dazu gehörigen Anlagen auf denjenigen Stellen concentrirt sind, wo die Aufnahme der Personen und Güter stattfindet, welche Stellen man allgemein mit dem Namen „Aufnahmsstationen oder Bahnhöfe“ bezeichnet.

Wir betrachten daher zunächst die Bahnwartshäuser und bei den Aufnahmsstationen die übrigen Gebäude einer Eisenbahn.

§. 71.

Bahnwartshäuser.

Die Sicherheit des Betriebsdienstes einer Bahn erfordert eine ununterbrochene Beaufsichtigung und Bewachung derselben, weßhalb es nothwendig wird, für die Wächter solche Gebäude längs der Bahn zu erbauen, worin sie

Schutz gegen die Witterung finden, nöthigenfalls darin übernachten und selbst wo thunlich eine kleine Familie aufnehmen können, indem im Allgemeinen verheirathete Bahnwärter erfahrungsgemäß ihren Dienstobliegenheiten besser nachkommen, als ledige, da sie durch ihre Familienverhältnisse mehr an den Dienst gebunden sind.

Das Anlagekapital einer Bahn würde jedoch bei Herstellung solcher Wohngebäude längs der ganzen Bahnlinie allzu sehr erhöht, weßhalb man sich in der Regel damit begnügt, nur einen Theil für Familienwohnungen einzurichten, und zwar an solchen Punkten der Bahn, welche über $^1/_4$ Wegstunde entfernt von benachbarten Orten liegen.

Doch gibt es auch viele Bahnen, bei welchen nur ausschließlich Bahnwartshäuser für verheirathete Wärter erbaut werden, z. B. bad. Staatsbahn.

Bei den Stationen, wo die äußersten Weichen sehr weit von dem Aufnahmsgebäude entfernt sind, empfiehlt es sich, für die Wärter kleine Häuschen in der Form wie Fig. 1 aufzustellen; dieselben können von Holz sein und mit Backsteinen ausgemauert, damit sie im Winter geheizt werden können.

Zuweilen trifft es sich auch, daß zwei Bahnwärter in ein Haus zusammengelegt werden können; es erhält alsdann wieder jeder Bahnwart 2 Kammern, 1 Küche, 1 Speisekammer, etwas Speicherraum und Keller und Abort.

Bei sehr abgelegenen Stationen ist wohl auch auf Stallung für 1 oder 2 Stück Vieh Bedacht zu nehmen.

Was den Abstand dieser Bahnwartshäuser von einander anbelangt, so richtet sich derselbe nach den Alignementsverhältnissen und der Zahl und Wichtigkeit der Wegübergänge, bei welch letzteren fast immer ein solches Haus zu errichten ist. Auf der badischen Bahn beträgt die durchschnittliche Entfernung etwa 1050 Mtr., eine Bahnlänge, welche noch von einem Wärter ordentlich besorgt werden kann. Auf den meisten andern deutschen Bahnen findet man dieselben Verhältnisse, dagegen nehmen die englischen und amerikanischen Ingenieure weit größere Entfernungen für die Bahnwartshäuser an und suchen die Wegübergänge durch Ueberbrückungen zu umgehen.

Hinsichtlich der Größe dieser Bahnwartshäuser ist zu bemerken, daß:

1) Für einen ledigen Wärter ein Gebäude mit einem heizbaren Zimmerchen, einem kleinen Raum für die zum Bahnregulirungsgeschäft gehörigen Geräthschaften und einem Aborte genügt.

   Hat der Bahnwart seine Wohnung in einem benachbarten Orte, so genügt ein kleines Zimmerchen.

2) Für einen verheiratheten Wärter ein Gebäude, enthaltend 2 Zimmer, eine Küche, eine Geschirrkammer, einen Abort, einen Keller und einen Speicherraum.

Auf Taf. XXV. zeigen die Fig. 1, 2 und 3 drei verschiedene Ansichten für ein Bahnwartshaus erster Klasse, welches nur ein kleines Zimmer enthält.

Die Fig. 4, 4a, 4b, 4c geben Ansicht, Grundriß und Durchschnitt eines Bahnwartshauses zweiter Klasse.

Die Fig. 5, 6, 7 und 8, sowie 9 und 10 geben Ansichten und Grundriß eines Bahnwartshauses dritter Klasse für einen verheiratheten Bahnwart.

Jedem dieser Gebäude sollte ein für den häuslichen Bedarf entsprechender kleiner Garten, sowie ein Brunnen beigegeben sein.

Die Gebäude selbst sollen möglichst einfach sein und werden entweder von Holz oder Stein, je nach den örtlichen Verhältnissen und Materialpreisen aufgeführt; sie sollten mindestens 4·5 Mtr. von dem Rande des Bahndammes entfernt stehen.

§. 72.

Von den Aufnahmsstationen im Allgemeinen*).

Die Aufnahmsstationen theilt man gewöhnlich, je nach ihrer Ausdehnung und Wichtigkeit, in drei verschiedene Klassen, nämlich:

1) Haltpunkte,
2) Zwischenstationen,
3) Hauptstationen.

Der Zweck der Stationen ist im Allgemeinen die Vermittlung des Verkehrs der Personen und Güter, sowie die Aufstellung und Unterhaltung des Betriebsmaterials.

Zur Erfüllung dieses Zweckes sind auf einer Station, welche Alles in sich vereinigen soll, folgende Baulichkeiten und Räume erforderlich:

a) Für das reisende Publikum:
   - Gedeckte Vorplätze, wo die Reisenden ihre Billete nehmen und das Gepäck abgeben können.
   - Wartezimmer nach Classen getrennt. Damenzimmer. Fürstliche Wartezimmer.
   - Buffets mit und ohne Restaurationslocalen.
   - Perrons oder Trottoirs.
   - Ein- und Aussteigehallen.
   - Aborte.

b) Für die Verwaltung.
   - Bureaus für die Vorstände, den Cassier, den Ingenieur und den Telegraphen.
   - Billet- und Postbureaus.
   - Räume zur Annahme, zum Abwägen und Lagern des Gepäcks, Eilguts ꝛc.
   - Expeditionsräume dazu.
   - Räume zur Ausgabe des Gepäcks an die Reisenden.
   - Räume des nicht gleich abgeforderten Gepäcks oder Eilguts.
   - Lagerräume für die Frachtgüter und Expeditionen dazu.
   - Räume zur Lagerung unbesteuerter Gepäcke, Eil- und Frachtgüter.

*) Weiteres darüber siehe die Vorträge über Ingenieurwissenschaft von A. v. Kaven. Hannover 1864.

kränze der Räder jedesmal auf der der Spitze entgegengesetzten Seite geführt oder geleitet werden; für die Spitze c dient die Leitschiene ff, für die Spitze c' die lange Zunge cd. An dem Excentrikhebel E ist ein Gegengewicht angebracht, welches die Zungen immer nach einer Seite hindrückt. Das Excentrik wird immer so gestellt, daß es für die Hauptbahn richtig steht; soll nun ein Zug in die Seitenbahn einfahren, so müssen die Zungen durch den Excentrikhebel auf die andere Seite gedrückt werden; kommt der Zug aber von der Seitenbahn in die Hauptbahn, so werden die Zungen von den Spurkränzen der Räder hinübergerückt und gehen von selbst wieder in ihre ursprüngliche Lage zurück, sobald die Wagen durchpassirt sind.

Es ist einleuchtend, daß diese Anordnung vor allen andern den Vorzug verdient, indem bei ihr alle Bedingungen erfüllt sind und sie den Dienst für die Bahnwärter auf den Stationen wesentlich vereinfacht.

In Beziehung auf das constructive Detail verweisen wir hier auf die Zeichnungen der Tafeln XV., XVI., XVII. und XVIII.

Taf. XV. Fig. 2 Grundriß einer Weiche der London-Birmingham- oder Paris-Orleans-Bahn.

Fig. 2a Schnitt nach der Linie AB.
„ 2c Schnitt und Grundriß des Lagers bei Q.
„ 2b Excentrikständer auf der London-Birmingham-Bahn.
„ 2d Excentrikständer auf der Paris-Orleans-Bahn.
„ 1 Neue Weiche auf der Paris-Orleans-Bahn.
„ 1a Schnitt nach AB.
„ 1b „ „ CD.
„ 1c „ „ xy.
„ 3 Dreifache Weiche auf der württembergischen Staatsbahn.
„ 3a Ansicht und Schnitt AB.
„ 3b Schnitt CD.
„ 3c „ EF.
„ 4 Excentrikständer, Schnitt und Ansicht.

Taf. XVI., Fig. 1 Grundriß einer selbstwirkenden Weiche neuerer Construction.

Ein großer Uebelstand bei den frühern selbstwirkenden Weichen nach der Construction Fig. 1, Taf. XV. war die allzu schnelle Abnützung der schmalen Ausgänge der Verschubschienen. Zur Beseitigung dieses Uebelstandes erhielten diese Schienen in der Folge die durch die Querschnitte a, b, c, d, e, f, g sich ergebende Gestalt, nach welcher die Räder der Wagen mit dem äußern noch schwachen Theile der Wechselschiene gar nicht in Berührung kommen, und diese Schiene erst in den stärkeren Stellen, vom Querschnitte d anfangend bis zu g, zum Dienste in Anspruch genommen ist, wo sie schon vollkommen Stärke besitzt.

Die längere Wechselschiene ist ganz auf gleiche Art gebildet und die [illegible] bis g, von der Rückseite besehen gedacht, bestimmen wieder die

ihr gegebene Form. Beide Wechselschienen sind durch zwei starke Verbindungsstangen in richtige Entfernung gehalten. Den Wechselschienen, bei ihrem Andrücken an die Geleiseschienen, die richtige Lage zu sichern, wurden sie, wie aus der Zeichnung ersichtlich, mit einer gehörigen Anzahl an denselben befestigten Warzen von entsprechenden Längen versehen, mit welchen sie sich an die Geleiseschienen stützend anlegen; und um jede zufällige Verrückung durch den Stoß einfahrender Züge zu verhüten, sind die äußern stabilen Geleiseschienen durch Schrauben an die solid befestigten gußeisernen Stühle festgehalten, wie Fig. h zeigt.

Fig. 2, 3, 4, 5 stellen einen Excentrikständer mit doppelt wirkendem Gegengewicht und Signalvorrichtung dar, dagegen zeigt Fig. 6 einen solchen mit einfach wirkendem Gegengewichte.

Bei der letztern Einrichtung ist das Gewicht nur stets nach einer Seite hin wirkend und kann entweder nur die gerade oder die Seitenbahn festgestellt werden, je nachdem man diese oder jene als Hauptbahn betrachtet. Diese einseitige Wirksamkeit des Wechsels ist für viele Betriebseinrichtungen äußerst beschwerlich, besonders bei lebhaft frequentirten Ausweichen einspuriger Bahnen und in Fällen, wo der Verkehr der Züge nach beiden Richtungen der Hauptbahn und der Seitenbahn vorausgesetzt werden muß. Man hat deßhalb Excentriks construirt, bei welchen die Wirkung des Gewichts nach beiden Richtungen hin thätig ist, und welche sonach sowohl die Hauptbahn, als auch die Seitenbahn, je nach Bedarf, selbstwirkend in bleibende Verbindung bringen. In der Mitte eines gußeisernen Ständers, Fig. 2 und 3, Taf. XVI., befindet sich eine schmiedeiserne stehende Welle, welche von 2 Lagern im Boden und im Deckel des Ständers gehalten ist. Sie trägt zur Bewegung der Verschubschienen am untern Ende eine kleine Kurbel, und dicht über dieser einen gußeisernen Cylinder a mit 2 im ganzen Umkreise gleich vertheilten doppelten, mit dem Rücken gekuppelten, stehenden Hebekeilen, unmittelbar über der Ständerdecke einen aus zwei Theilen bestehenden Hebel zum Stellen des Wechsels mit der Hand. Ueber den Hebekeilen ist auf die Welle ein 0·18 Mtr. im Durchmesser haltender, bei 35 Kil. schwerer gußeiserner Cylinder b, leicht auf- und abwärts beweglich, aufgeschoben. Dieses cylindrische Gewicht ist in seinem untern Theil nach ähnlicher Doppelkeilform ausgeschnitten, und, zur Verhinderung der Drehung mit der stehenden Welle, ist an dessen Umfange eine Nuth, Fig. 4, ersichtlich, eingeschnitten, in welche eine an dem Ständer mittelst Schrauben befestigte Führung eingreift.

Dieses cylindrische Gewicht ruht und drückt, ohne sich drehen zu können, mit seinen beiden keilförmigen Verlängerungen auf die correspondirenden Flächen der darunter befindlichen Hebekeile, sucht dadurch auf diesen Flächen herabzugleiten und bewirkt, da die Welle nicht im gleichen Maße des sich zerlegenden Druckes zu widerstehen vermag, eine Drehung der Welle sammt ihrer Kurbel, und mit dieser die Bewegung der Zugstange und der in Verbindung stehenden Verschubschienen. Ebenso wie nach der ebengedachten Richtung durch

das keilförmig ausgeschnittene Gewicht und die Hebekeile, bei Berührung der auf einander wirkenden Keilflächen, eine Bewegung nach der einen Richtung erfolgte, wird auch eine jede Bewegung der Verschubschienen in entgegengesetzter Richtung, mittelst der Zugstange eine Wirkung auf die Kurbel, und mittelst dieser wieder eine Wirkung auf dieselben Keilflächen ausüben, und dadurch ein Drehen der Welle mit ihren Hebekeilen und somit wieder ein Heben des Gewichts hervorbringen. Es wird daher durch diese Anordnung, je nachdem das Gewicht auf dieser oder jener Seite der Keile wirkt, der Wechsel sich für die gerade oder für die Ausweichbahn mit Sicherheit feststellen. Die volle Bewegung der Verschubschienen entspricht einer Viertelkreisbewegung der Welle. Damit die durch den Durchgang des ersten Räderpaares eines Zuges bewirkte Bewegung der Verschubschiene schon die richtige Stellung des Wechsels bewirke, ist die tiefste Stellung des Gewichtes auf den Hebekeilen genau so hoch gehalten, daß die geringste beim Durchfahren der Züge vorkommende Bewegung der Verschubschienen, das Gewicht schon über die Spitzen der Hebekeile hinüberwirft, dasselbe alsdann durch die Wirkung auf den entgegengesetzten Keil die begonnene Bewegung und Umstellung des Wechsels vollendet und den Stand desselben festhält.

Wenn bei der Stellung des Wechsels für die gerade Bahn ein Zug aus der Seitenbahn durchfährt, so wird die Verschubschiene um den ganzen nöthigen Weg, also um 0·071 Mtr. verschoben, da eine der Verschubschienen die äußere Kurve bildet und der Zug an diese immer angedrückt wird, also auch die Schiene, wenn sie verrückbar ist, sich um das ganze mögliche Intervall verschieben muß.

Wenn dagegen bei der Stellung des Wechsels für die Seitenbahn ein Zug aus der geraden Bahn durchfährt, so wird die kleinste mögliche Verschiebung nur 0·03, nämlich die Dicke eines Radspurkranzes sein können. Es ist daher die Anordnung getroffen, daß durch ein Verschieben der Verschubschienen einerseits von 0·071 und andererseits von 0·03 Mtr. schon ein Ueberwerfen des Gewichts bewirkt wird.

Will man den Wechsel mit der Hand stellen, so braucht man nur den
enden Theil des Hebels nach aufwärts zu bewegen, wodurch sich
lung desselben mit dem auf der Welle festsitzenden kurzen Hebel
ergibt, und alsdann die nöthige Drehung machen.

mit die Führer des Zugs bei Tag und bei Nacht von der Ferne
kennen, in welches Geleise der Zug einfahren kann, hat man eine Signal-
e construirt, welche bei Tag durch die beiden roth und weiß angestri-
chen, und bei Nacht durch Beleuchtung dieser Flächen mittelst eines
die Stellung des Wechsels angibt *).

mit einlegbaren Verschubschienen, wie solche s. Z. auf der
ngeführt wurde, haben wir durch die Fig. 5, 5a, 5b,

*) Österreichischen Ingenieur-Vereins. V. Jahrgang 1853.

Taf. XVII. dargestellt. Dieselbe hat auf der Seite der kurzen Verschubschiene eine Leitschiene, gegenüber der Spitze der längern Verschubschiene, um bei dem Einfahren eines Zugs in die gerade Hauptbahn, für den Fall die genannte Spitze nicht ganz anliegen sollte, einen Stoß zu vermeiden.

In neuester Zeit werden die Zungen gleich lang und erhalten die Weichen entweder die Construction Fig. 1 und 4, Taf. XVIII., oder was noch besser ist, anstatt der Zungen von Gußstahlschienen des gewöhnlichen Schienenprofils solche von vollgewalzten Gußstahlbrückschienen, die in Zungenform abgehobelt werden und dadurch mehr Seitenfestigkeit erhalten, wie die gewöhnlichen Zungenschienen.

Fig. 2 und 3, Taf. XVIII. zeigen die Construction einer sog. englischen Weiche mit Zungen. Es kommt dieselbe auf größeren Bahnhöfen, wie z. B. in Würzburg vor, wo zwei sich kreuzende Geleise innerhalb der Kreuzungen verbunden werden sollen.

Zur Herstellung der Ausweichungen auf den Hannoverschen Eisenbahnen gibt Baurath Funk folgende Anweisungen:

a. Lenkvorrichtung.

Die Lenkvorrichtungen der Weichen sind aus zwei inneren beweglichen Zungen zu construiren, welche unter die festen nicht ausgeklinkten Außenschienen schlagen. Die beiden Zungenschienen sollen 16½ Fuß engl. oder 17·217 Fuß hannov. lang (1 Fuß hannov. = 0·29209 Mtr. = 0·0583 Fuß engl.), mithin beide von gleicher Länge und 1′ 6″ engl. kürzer sein, als die 18 Fuß engl. langen äußeren Hauptschienen.

Der Zwischenraum zwischen Haupt- und Zungenschiene an dem Drehpunkte soll 2¼ Zoll hannov. und an der Spitze der Zunge bei deren Offenstehen 4¾ Zoll hannov. betragen.

Die Zungenschienen sollen, wenn sie an der Hauptschiene anliegen, mit ihrer innern Kopfkante von dem Drehpunkte bis zur Spitze eine gerade Linie bilden, die, da der Schienenkopf 2½ Zoll breit ist, gegen die Richtung der Hauptschiene eine Neigung = (2¼ + 2½): (12·17,217) = 1 : 43·5 hat, welche Neigung einem Winkel von 1° 19′ entspricht. Eine Ausnahme machen nur diejenigen Weichen, wo zwei Kurven von kleinen Radien nach 2 verschiedenen Seiten auseinander laufen, wo demnach der Zwischenraum an dem Drehpunkte den Halbmessern der Kurven entsprechend größer, oder bei gleichem Zwischenraume die Länge der Zungenspitzen geringer anzunehmen sein wird. Der letztere Ausweg ist der bessere.

Die Länge der Zungen hängt von den jedesmaligen örtlichen Verhältnissen ab, und ist für bestimmte besondere Fälle in Bestellung zu geben. Eine Art sogenannter kurzer Weichen mit 12füßigen Zungen sind jedoch in Vorrath zu halten.

Die Zungenschienen und Außenschienen sind an dem Drehpunkte durch Laschen und Schrauben mit den Nachbarschienen und außerdem durch guß-

ſtarke Stühle, einen zuſammengelegten Gußſtuhl mit Schwellenlaſche und ſich mit der Laufſchiene zu verbinden. Die Zungenſchienen ſollen durch drei 1½ Zoll im Lichten haltende Klemmen unter einander verbunden und an den Spitzen ſo niedrig gehalten werden, daß ſie zunächſt der Spitze nicht tragen, ſondern nur leiten, und erſt zum Tragen kommen, wo ſie im Kopfe etwa ½ Zoll hoch ſind.

Im geſchloſſenen Zuſtande ſollen die Zungenſchienen auch da, wo ſie nicht mehr continuirlich an der Hauptſchiene liegen, durch eine angemeſſene Form der Köpfe der Befeſtigungsbolzen in den Stühlen eine feſte Stütze gegen das Seitwärtsbiegen erhalten.

Die Lenkvorrichtung iſt in geſchmiedeten Stühlen auf ſchmiedeiſernen, 9' langen, 6 und 12 Zoll ſtarken Querſchwellen zu befeſtigen. Die Befeſtigung der Schienen in den Stühlen geſchieht durch Schrauben, die der Stühle auf den Schwellen durch Nägel. Um eine Entwäſſerung der Weichen zweckmäßig ausführen zu können, ſind die mittleren Weichenſchwellen zwiſchen den Schienen um etwas auszuſchneiden in der Art, daß die beiden Mittelſchwellen in ihrer Mitte um 1 Zoll und die beiden benachbarten Schwellen um ½ Zoll flacher werden, ſo daß, wenn der Zwiſchenraum zwiſchen den Schwellen mit der Oberkante bündig ausgefüllt iſt, der Boden der Weiche von beiden Seiten ein gleichmäßiges Gefälle nach der Mitte erhält. In der Mitte iſt in der Regel ein Abfallſchacht herzurichten, welcher mittelſt eines Drainguſſes mit einem benachbarten Entwäſſerungskanal in Verbindung geſetzt wird. Die Zungen der Weichen in den beſonders lebhaft befahrenen Schienengeleiſen ſollen aus Puddelſtahl von demſelben Profil wie die Schienen hergeſtellt werden, zu den Zungen der übrigen Weichen ſowie zu den Außenſchienen ſind Schienen des hohen Profiles von der beſten Qualität des Eiſens zu verwenden.

b. Bewegungsmechanismus.

Der Bewegungsmechanismus ſoll aus einem Weichenbocke mit zweiarmigem Hebel und einem kräftigen Gegengewichte zum Selbſtwirken beſtehen. Das Gegengewicht ſoll jedoch zum Umlegen conſtruirt ſein, ſo daß durch daſſelbe die Lenkvorrichtung in der einen oder anderen Stellung feſtgehalten wird.

c. Herzſtücke und Zwangsſchienen.

Die Herzſtücke ſind aus Schmiedeiſen ohne Auflauf in der Art zu conſtruiren, daß ſowohl die Spitze wie die mit ihr verbundenen Leitſchienen auf eine ſtarke Schmiedeiſenplatte aufgenietet und an den Stellen verſtahlt werden, wo ſie den Angriffen der Räder beſonders ausgeſetzt ſind. Der Zwiſchenraum zwiſchen Spitze und Zwangſchiene ſoll 2¼" hannov. betragen und die Spitze ſo weit abgeſtumpft werden, daß ſie vorn etwa ⅜" ſtark iſt.

Die neben der Spitze liegenden Leitſchienen des Herzſtückes, welche zugleich als Laufſchienen dienen, ſollen ſoweit über das allgemeine Schienenniveau erhöht werden, als die Räder mit ihren kleineren Durchmeſſern darauf laufen, ſo daß alſo beim Paſſiren der Räder ein Senken derſelben nicht

bet. Gleichzeitig iſt die Spitze des Herzſtückes etwas tiefer als das

Schienenniveau zu halten, damit das Rad keinen Stoß erhält. Zwischen den Herzstücken und den benachbarten Schienen ist eine solide der Laschenconstruction entsprechende Längenverbindung herzustellen.

Die Herzstücke sollen in der Regel nach Neigung 1:12, 1:10, 1:9, 1:8 ausgeführt werden, wie solche zu den in Anwendung zu bringenden Kurvenhalbmessern passen. Andere Neigungen der Herzstücke sind nur für ganz besondere Fälle, wo 2 Kurven auseinander laufen u. s. w. anzuwenden und besonders in Bestellung zu geben.

Die den Herzstücken gegenüber an den Hauptschienen angebrachten Zwangsschienen sollen aus 9′ langen Schienen des Profiles der Hauptschienen hergestellt, auf den Unterlagsschwellen mit Hackennägeln und an den Hauptschienen mit 4 Schraubenbolzen und gußeisernen Zwischenklötzen befestigt werden. Die Zwangsschienen sollen an den Enden auf 2′ 6″ Länge nur $2\frac{1}{2}$″ schlank nach auswärts gekrümmt sein, und auf ihrem geraden Stücke im Kopfe um folgende Maaße von den Hauptschienen entfernt sein:

Bei der Normalspurweite von 4′ 11″ = $2\frac{1}{4}$″ hannov.
„ „ Kurvenspurweite „ 4′ $11\frac{1}{4}$″ = $2\frac{1}{2}$″ „
„ „ „ „ 4′ $11\frac{1}{2}$″ = $2\frac{3}{4}$″ „
„ „ „ „ 4′ $11\frac{3}{4}$″ = 3″ „

Dabei muß natürlich das gerade Stück der Zwangsschiene dem Theile des Herzstückes gegenüber liegen, wo das entsprechende Schienenstück im Herzstück fehlt.

d. Signalvorrichtung.

An den Böcken derjenigen Weichen, welche mit ganzen Zügen zu passiren sind, sollen Erkennungssignale angebracht werden. Diese Signale sind an einer am Weichenbocke befestigten, mit der Bewegung des Handhebels um 180° sich drehenden vertikalen Stange angebracht, und bestehen in einer verschieden farbigen Scheibe oder für die Nachtzeit in einer Laterne.

e. Ausführung der Weichen.

1) In den vor dem Angriffe der Bauten auf den Bahnhöfen und Haltstellen anzufertigenden großen Arbeits-Grundrissen der Bahnhöfe in dem Maßstabe 1:250 und resp. 1:500 sind die sämmtlichen Geleise und Weichen nach den berechneten Maßen einzutragen und mit den eingeschriebenen Hauptmaßen zu versehen. Nach diesen Grundrissen ist die Lage der Weichen von dem Ingenieur abzustecken und zwar insbesondere die Lage der Spitze und des Drehpunktes der Lenkvorrichtungen, sowie die Lage der Herzstücke.

2) Sodann ist vor Beginnen des Legens der Weichen das ganze Bett mit Unterbettungsmaterial bis zur Höhe der Schwellenunterkante auszufüllen, worauf dann die Schwellen nach den Specialzeichnungen zu strecken und nach Stichmaßen in die richtige Lage zu bringen sind.

3) Die zu den Kurven der Weichen zu verwendenden Schienen sind vor dem Verlegen nach dem vorgeschriebenen Radius zu biegen.

4) Die äußeren Kurvenschienen derjenigen Weichen, durch welche häufig

Im Allgemeinen nimmt man zur Zeit für Locomotive sammt Tender 11·4 Mtr. Durchmesser an. S. §. 105 (69 und 70).

Was die Construction der Drehscheiben anbelangt, so ist dieselbe verschieden, je nach dem Material und dem Durchmesser derselben. Die Haupterforderniße bei einer guten Drehscheibe dürften immer die sein, daß dieselbe die der Last entsprechende Festigkeit und Tragfähigkeit besitzt, leicht gedreht werden kann und mit zweckmäßigen Feststellungsvorrichtungen versehen ist.

Aeußerst selten und nur dann wird man eine Drehscheibe aus Holz construiren, wenn sie in einen bedeckten Raum zu liegen kommt, da Reparaturen störend auf den Betrieb einwirken würden. Sehr häufig bedient man sich des Gußeisens zur Ausführung der Drehscheiben, noch häufiger aber des Schmiedeisens, indem dadurch die Construction nicht nur an Leichtigkeit und Solidität, sondern auch an Sicherheit für den Betrieb gewinnt.

Die Taf. XIX., Fig. 5 bis 8 zeigt eine große hölzerne Drehscheibe von 10·7 Mtr. Durchmesser, auf dem Bahnhofe zu Derby ausgeführt. Sie ruht auf zwei Laufkränzen o o und o′ o′; auf dem ersten rollen bewegliche Räder, welche einen zweiten Kranz tragen von dem gleichen Durchmesser wie o o; auf diesem zweiten Kranz sind hölzerne Langschwellen p p befestigt und mit einander durch die Querstücke t t verbunden. Die Enden der Langschwellen ruhen auf je 2 gußeisernen Laufrollen g, g′, g″, g‴, welche auf dem Kranze o′ o′ laufen. Zur Bewegung dient der Mechanismus Fig. 8 und 8a; zwei Arbeiter an der Kurbel p drehend sind im Stande, die belastete Drehscheibe in Bewegung zu setzen. Fig. 6 ist ein Schnitt nach der Linie A B der Fig. 5; die Fig. 7 und 7a geben die Ansichten eines Laufrades g.

Die Fig. 1 bis 4, Taf. XIX., zeigen die Construction einer gußeisernen Drehscheibe auf dem Bahnhofe zu Carlsruhe, deren Durchmesser 9 Meter beträgt. B ist der Drehzapfen von Schmiedeisen, welcher auf dem Lager C ruht. A ein Gußstück, an welches die Tragarme angeschraubt sind, auf denen die Schienen a, a ruhen; b′, b sind Zwischenarme; d gezahnter Gußring fest am Mauerwerk; g, g gußeiserne Laufrollen, deren Achsen gegen den Mittelpunkt der Scheibe zu laufen und deren Achsenlager h an den Armen und b, an den Verbindungsstücken f′, f befestigt sind. Die Eindeckung der Scheibe zwischen den Hauptträgern besteht aus Gußeisen, im Uebrigen aus einem Bohlenbelag von Eichenholz. Der Bewegungsmechanismus ist aus den Fig. 1, 2, 4 und 4a ersichtlich; von den Kurbeln p, p geht die Bewegung durch 2 Winkelräder auf das Getriebe α über, dieses greift in das Rad β, an dessen Achse das Getriebe β' sitzt, welches wieder in das Rad γ eingreift, wodurch die Verbindung mit dem festen Zahnkranz d hergestellt ist. Die Fig. 3 und 3a zeigen die Construction eines Laufrades.

Die Taf. XX. enthält die Construction einer Drehscheibe nach neuester Construction mit 11·4 Mtr. Durchmesser. Fig. 1 ist die Längenansicht und Schnitt; Fig. 2 Grundriß; Fig. 3 Querschnitt; Fig. 4 bis 8 Details. Zur Bewegung dieser Drehscheibe sind an den Gabeln N O höchstens 3 Mann erforderlich.

Die gleiche Construction aber in Verbindung mit einem einfachen Bewegungsmechanismus findet sich bei den meisten Bahnen Süddeutschlands.

Auf größeren Stationen z. B. Zürich, Cöln u. a. M. befinden sich Drehscheiben mit Dampfmaschinen und vertical stehendem einfachem Röhrenkessel. Die Dampfmaschine ist direct an den Kessel montirt und in directer Verbindung mit dem Triebwerk der Drehscheibe, welches gewöhnlich durch Menschenkraft bedient wird.

Die Kosten einer solchen Dampfmaschine sind ca. 2000 Frcs., die Kosten des Betriebs 1657 Frcs. im Jahr.*)

§. 81.

Allgemeine Bemerkungen über die Anwendung der Drehscheiben auf Eisenbahnstationen.

Ein sehr wesentlicher und auf alle Betriebseinrichtungen höchst einflußreicher Unterschied zwischen der Mehrzahl der deutschen und der englischen Bahnen macht sich in der Eintheilung und Anlage der Bahnhofsgeleise und den sämmtlichen damit in Verbindung stehenden Betriebsbaulichkeiten bemerkbar, welcher dadurch herbeigeführt wird, daß man sich in England durchweg der Drehscheiben zur Vermittlung der Verbindung und zur Bewerkstellung des ganzen Bahnhofsverkehrs bedient, während man bei den deutschen Bahnen die Benutzung der Drehscheiben als einen großen Uebelstand betrachtet und selbst die unvermeidlich nothwendigen Drehscheiben zum Wenden der Locomotive und Tender in der Regel so legt, daß sie ganz außerhalb der Betriebsgeleise liegen und auf keine Weise zur Verbindung derselben, sondern nur zum Wenden der Maschinen benutzt werden können. Um die Verbindung zwischen den verschiedenen Geleisen herzustellen, bedient man sich auf den deutschen Bahnen in den meisten Fällen ausschließlich der Weichen, während man deren Anlage in England so viel als möglich vermeidet, und sie nur da anbringt, wo der Uebergang ganzer Züge oder von Locomotiven von einem Geleise in das andere unvermeidlich ist. Je nachdem man nun das eine oder andere Prinzip festhält, gestalten sich die Geleiseanlagen wesentlich verschieden.

Man führt als Uebelstände der Drehscheiben an, daß die Unterbrechung der Geleise und die Anlage beweglicher Theile in denselben nicht nur nachtheilig sei, sondern in vieler Beziehung sogar wesentliche Gefahren für den Betrieb herbeiführe, auch hat die früher übliche sehr mangelhafte Construction der Drehscheiben und deren häufige Reparaturbedürftigkeit wohl viel zu deren Beseitigung beigetragen.

Es ist daher die Anlage von Drehscheiben in solchen Strängen, welche von ganzen Zügen passirt werden, in Deutschland als unzuläßig erachtet. Auch nimmt man an, daß die Betriebsmittel bei Benutzung der Drehscheiben viel mehr ruinirt werden, als bei Benutzung der Weichen, indem die starken

*) Organ 1866. §. 29.

Schläge, welche beim Passiren der Drehscheiben entstehen, wesentliche Nachtheile mit sich führen. Wenn nun auch die Anlage von Drehscheiben und die Unterbrechung der Geleise jedenfalls als ein Uebelstand angesehen werden muß, so sind doch augenscheinlich die Nachtheile der Drehscheiben guter Construction überschätzt, die großen Vortheile, welche deren Anwendung mit sich führt, aber nicht genug berücksichtigt und auch wohl die Nachtheile der Weichen nicht sorgfältig genug erwogen. Wenn die zum Wenden der Wagen bestimmten Drehscheiben nicht von Holz, sondern von Eisen in der ganzen Plattform vollständig fest und tragfähig construirt, mit zweckmäßigen Feststellungsvorrichtungen versehen sind, so wird deren unrichtige Stellung jedenfalls keine größeren Nachtheile, als die unrichtige Stellung einer Weiche hervorbringen können, die unrichtige Stellung einer Drehscheibe, besonders einer solchen, welche nur für die rechtwinkliche Verbindung dient, und welche mit rechtwinklichen Geleisen versehen ist, wird aber viel seltener vorkommen, als die unrichtige Stellung einer Weiche.

Was nun die Stöße auf gut construirten Drehscheiben anlangt, so sind dieselben durchaus nicht größer, als bei jedem Kreuzungsstück, wenn sie auch, besonders unter geschlossenen Hallen, viel hörbarer sind. Bei langsamer Bewegung sind sie daher auch keineswegs so besonders nachtheilig, und es ist ganz unzweifelhaft, daß die Betriebsmittel beim Passiren einer Weiche, zumal wenn diese Passage, wie es so sehr häufig vorkommt, mit gebremsten Rädern geschieht, ungleich mehr leiden, als bei dem Uebergang über eine Drehscheibe. Bei Einrichtung eines Bahnhofs mit ausschließlicher Anwendung der Weichen wird eine ganz ungewöhnliche Längenausdehnung, selbst bei einem sehr mäßigen Verkehr nothwendig; in demselben Maße vermehrt sich die Länge der Nebenstränge, und bei einem etwas größern Verkehr wird eine große Zahl von Weichen nothwendig, deren Bedienung wiederum eine große Zahl von Weichenstellern erfordert. Die Betriebsgebäude müssen weiter auseinander gesetzt werden.

Bei Anwendung der Drehscheiben wird die Verbindung zwischen den Geleisen außerordentlich erleichtert. Auf sehr kleinen Räumen mit geringem Personale kann die Verwechslung der Wagen und Rangirung der Züge schnell bewirkt werden, jeder Raum auf dem Bahnhof läßt sich zweckmäßig benutzen, was bei Weichen durchaus nicht thunlich ist, es lassen sich daher auch mit Leichtigkeit neue Anlagen den bestehenden bequem anpassen. Die gänzliche Verbannung der Drehscheiben zur Vermittlung des Verkehrs auf den Bahnhöfen dürfte daher in der That nicht gerechtfertigt erscheinen, und der Umstand, daß dieselben in ganz England, sowie auch in Frankreich und Belgien, ebenso wie in Amerika allgemein in Anwendung sind und auch bei allen neuen Bahnen stets noch in Anwendung gebracht werden, dürfte genügsam für deren Nutzen sprechen. An Punkten, wo lge sich schnell bewegen, wird man selbstredend unter keinen ständen Drehscheiben anlegen dürfen, was auch in England geschieht.

Auf den Güterstationen dagegen müssen die Drehscheiben zur raschen und zweckmäßigen Bewerkstelligung eines großartigen und lebhaften Güterverkehrs in den meisten Fällen als unentbehrlich erachtet werden.

§. 82.

Schiebebühnen.

Bei Locomotiv- und Wagenremisen pflegt man zuweilen die zu remisirenden Fahrzeuge in eine Reihe parallel nebeneinander zu stellen und somit auch die entsprechenden Schienengeleise in größerer Anzahl parallel nebeneinander anzuordnen. Bevor man nun die Schiebebühne kannte, waren bei Anwendung von Drehscheiben zweierlei Anordnungen möglich, um die Fahrzeuge von den Bahngeleisen in die Remisen oder umgekehrt von den letztern auf die Bahngeleise zu bringen. Die erste Anordnung war die, daß man die Remisengeleise in Kurven gegen eine oder mehrere Drehscheiben führte, die in dem Bahngeleise lagen, wie Fig. 1, Taf. XXX.; die zweite Anordnung bestand darin, daß man so viele Drehscheiben in das Bahngeleise legte, als Remisengeleise vorhanden waren, wie Fig. 11, Taf. XXX. Beide Anordnungen hatten wesentliche Nachtheile, die erstere erforderte zu viel Raum vor dem Remisengebäude, die letztere bedingte eine große Anzahl Drehscheiben und bei beiden ging mit dem Remisiren oder Herausnehmen eines Fahrzeugs zu viel Zeit verloren.

Um nun diese Nachtheile zu beseitigen, kam man auf den Gedanken, sog. Schiebebühnen zu construiren. Es sind dieß niedere Wagen mit 4, 6, 8 oder 10 Rädern, welche ein Stück des Bahngeleises tragen und auf einer Bahn fortbewegt werden können, welche die parallelen Geleise normal durchschneidet. Soll nun ein Fahrzeug von dem Bahngeleise in die Remise gebracht werden, so wird es auf die Schiebebühne gefahren, mit dieser bis an das betreffende Geleise der Remise fortbewegt und in diese letztere eingefahren; ebenso einfach ist die Manipulation bei dem Herausnehmen eines Fahrzeugs.

Die Anwendung der Schiebebühnen ist bei den deutschen Eisenbahnen fast allerwärts zu sehen und hat sich als sehr praktisch und zweckmäßig erwiesen.

Die bis jetzt in Ausführung gekommenen Schiebebühnen sind alle insofern einander ähnlich, als sie einen Wagen bilden, auf welchem das zu remisirende Fahrzeug fortbewegt werden kann; sie unterscheiden sich nur darin wesentlich von einander, daß bei den einen und älteren diese Wagen in vertieften Gruben stehen, folglich die Remisengeleise unterbrochen sind, während bei den andern und neueren die erwähnten Geleise keine Unterbrechung erleiden, die Schiebevorrichtung sich über dieselben hinbewegt und die Fahrzeuge mittelst einer kurzen schiefen Ebene auf die Bühne aufgebracht werden. Selbstredend verdienen die letztern entschieden den Vorzug, da sie fast an jeder Stelle des Bahnhofes, wo Parallelstränge sich befinden, ohne alle Gefahr für den Betriebsdienst aufgestellt werden können, die vertieften Gruben dagegen

3. Das Verschieben mittelst der Dampfschiebebühne ist für das Personal gefahrloser wie mit der Locomotive, auch wird das Fahrmaterial mehr geschont.

4. Die Dampfschiebebühne erfordert zur Handhabung keine geübten Mechaniker, sie kann nach kurzer Einübung durch einen intelligenten Taglöhner bedient werden. Man kann sie stundenlang stehen lassen und jeden Augenblick wieder in Betrieb setzen, weil das Kohlenfeuer in Folge des luftdichten Verschlusses des Dampfkessels mehrere Stunden lang anhält.

§. 83.

Verladeplätze oder Rampen.

Die Verladeplätze sind dazu bestimmt, Pferde, Schlachtvieh, Equipagen, Baumaterialien 2c. auf eine möglichst leichte Weise auf die betreffenden Eisenbahnwagen oder auch umgekehrt von denselben auf die Bahnebene zu bringen. Sie bilden über die Bahnoberfläche erhöhte Räume, die mit der Höhe der Wagensohlen übereinstimmen und nehmen auf der Station eine solche Lage ein, daß sowohl die Eisenbahnwagen sowie die gewöhnlichen Straßenfuhrwerke mit Leichtigkeit zu ihnen gelangen können.

Die Größe dieser Verkehrsplätze richtet sich nach der Bedeutung des zu erwartenden Verkehrs; jedenfalls sollten aber immerhin die Abmessungen derselben der Art sein, daß gleichzeitig 2 Bahnwagen in Verladung genommen werden können und daß eine gewöhnliche Equipage auf dem erhöhten Raume bequem Platz findet und nöthigenfalls gewendet werden kann.

Nicht selten kann man in angemessener Weise die ohnehin auf der Station nöthig werdende Drehscheibe mit dem Verladeplatz in Verbindung bringen, wodurch gleichzeitig die Möglichkeit gegeben ist, je nach Erforderniß und je nach der Construction des Wagenoberbaues die Verladung der Bahnwagen auf deren Lang- oder Schmalseite zu bewerkstelligen. Um von der Ebene des Zufahrtweges auf den gewöhnlich 1 bis 1·12 Mtr. erhöhten Verladeplatz mit Equipagen, Pferden 2c. gelangen zu können, wird ein kleiner Steigweg zu demselben erforderlich, dem man ohne Anstand 10 bis 12 Proc. Steigung geben kann.

Der erhöhte Raum selbst kann entweder durchweg aus Holz oder mittelst Erdanschüttung oder Einfassung derselben durch steinerne und hölzerne Wände gebildet werden. Die Oberfläche des Platzes wird entweder chaussirt oder gepflastert.

Aus den Fig. 1, 3 und 4, Taf. XXVII. und Fig. 1, Taf. XXIX. sind verschiedene Anordnungen von Rampen ersichtlich. Sie sind immer so gelegen, daß die Güterwagen der ankommenden Züge ohne großen Umweg zu machen sie erreichen, und auch die bereits geladenen Güterwagen an die abgehenden Züge in möglichst kurzer Zeit angehängt werden können.

Die Entfernung der Einfassung der Verladerampe von Schienenmitte beträgt bei der bad. Bahn 1·62 Mtr., wenn aber Personenzüge an der Rampe vorbeipassiren, 2·25 Mtr.

§. 84.
Reinigungsgruben.

Die Gruben kommen in und vor den Maschinenhäusern, in den Reparaturwerkstätten und vor den Wasserstationen vor und haben den Zweck, die Maschinen und Wagen nachsehen, an denselben Reparaturen vornehmen, die Rosten in den Maschinen reinigen oder das Feuer aus den Maschinen entfernen, endlich das Wasser beim Reinigen und Leeren der Kessel ablassen zu können.

Die Länge der Reinigungsgruben soll in den Hauptgeleisen und vor den Wasserstationen so sein, daß das Reinigen der Roste erfolgen kann, während die Maschine Wasser und Brennmaterial nimmt. §. 105 (88).

Ihre Länge richtet sich nach ihrer Lage, gewöhnlich beträgt sie 7·2 bis 7 5 Mtr., die Tiefe genügt mit 1 Mtr., die lichte Weite mit 1·2 Mtr.

Am zweckmäßigsten werden diese Gruben gemauert und erhält die Sohle gegen die Mitte oder ein Ende hin Gefälle von $\frac{1}{100}$ gegen einen Dohlen zum Wasserabzug.

An den Stirnseiten sind Treppen anzulegen und die Langseiten werden entweder mit Quadern oder mit eichenen Langschwellen abgedeckt, je nachdem die Grube eine Lage hat. Liegt sie in einem Geleise, über welches Züge mit einiger Geschwindigkeit passiren, so sind starke mit dem Mauerwerk verankerte Langschwellen den Quadern vorzuziehen.

§. 85.
Wagenremisen.

Wagenremisen werden stets auf Hauptstationen angelegt. Auch auf belebten Zwischenstationen kann es häufig vorkommen, daß wegen des großen Zuganges von Personen zeitweise noch ein oder mehrere Wagen an den Zug angehängt werden müssen. In solchen Fällen ist es angemessen, besondere Reservewagen auf der Station bereit zu halten und dieselben daselbst zu remisiren.

Das hierzu erforderliche Gebäude muß in Beziehung auf die beiden durchgehenden Hauptgeleise einer Station so gestellt sein, daß das Verbringen der Wagen aus und in die Remise auf kürzestem Wege und mit dem geringsten Zeitverluste bewirkt werden kann. In der Regel ist eine senkrechte Stellung der Längenachse des Gebäudes mit der Bahnachse die zweckmäßigere, wenigstens dann, wenn die Zahl der zu remisirenden Wagen über 4 beträgt, wie dieß auf Taf. XXVIII. ersichtlich ist.

Die Verbindung des Gebäudes mit dem Hauptgeleise geschieht mittelst einer Schiebebühne. Die Thore dieser Gebäude müssen mindestens 3·35 Mtr. breit und wenigstens 4·8 Mtr. hoch sein. Die Länge der Remise richtet sich nach der Zahl der unterzubringenden Wagen und der Länge derselben. Die lichte Weite der Remise ist abhängig von der Zahl der Parallelgeleise. Die Entfernung der Geleisemitten soll nicht unter 4·4 Mtr. betragen und die Entfernung der Innenkante der Umfassungsmauer von der Mitte des nächsten Geleises 2·25 Mtr.

te der Remise ist also:

Für 1 Geleise 2·25 Mtr.
„ 2 „ 8·90 „
„ 3 „ 13·30 „

Von der llinie des nächsten Hauptgeleises ist das Remise- sowie jedes andere de oder hoher fester Gegenstand mindestens 2·25 Mtr. entfernt zu st w Raum vorhanden, bleibt es immer räthlich, diese Entfernung auf 3 bis 4·5 Mtr. zu vergrößern.

§. 86.

Maschinenremisen.

Diese bei Zwischenstationen nur selten und so lange vor, als en sie in solchen Fällen nur isungsvorrichtung mit holzer- t. Ihre Dimensionen sind in

Es werden hierbei fragen zu erörtern sein:

1) Welche Lage soll schuppen im Bahnhofe in Beziehung auf die Hauptg tswege erhalten?
2) Welche Größe beziehungsw g nach Länge und Breite ist demselben zu geben?
3) Welche Einrichtungen werden überhaupt nothwendig, um das Verladen der Güter auf möglichst bequeme Weise bewerkstelligen zu können?

In Beziehung auf (1) hat man folgenden Bedingungen zu entsprechen:

a) daß die Lage des Güterschuppens der Art sei, daß der Personenverkehr durch den Güterverkehr nicht behindert werde;
b) daß die Stellung des Güterschuppens jeweils eine solche sei, daß man auf eine leichte Weise mit den gewöhnlichen Straßenfuhrwerken zu denselben gelangen und diejenigen Güter, welche die Bestimmung haben, auf der Eisenbahn weiter befördert zu werden, bequem und mindest kostspielig, sowie auch im Trockenen in den Ladeschuppen bringen kann. Dasselbe gilt auch für diejenigen Waaren, welche von der Eisenbahn aus auf die Landfuhrwerke geladen werden sollen. Taf. XXXI., Fig. 8 und 9.

Die Bestimmung der zweiten Frage unterliegt größern Schwierigkeiten, denn die Größe der Güterschuppen ist abhängig:

a) Von der Anzahl und Größe der Bahntransportwagen, welche auf einmal gleichzeitig zur Verladung kommen können, und diese Bestimmung wiederum
b) von der Masse der Güter, welche durchschnittlich täglich ankommen oder abgehen.

Die Größe der Räumlichkeit ist daher eine Funktion von der Größe des zu gewärtigenden Verkehrs, welcher wohl selten zum Voraus genau bestimmt werden kann.

Die Ausdehnung des vor Erbauung einer Eisenbahn an einem Orte stattfindenden Güterverkehrs kann nur einen unbestimmten Maßstab an die Hand geben; jedenfalls muß man diesem vollständig entsprechend die erforderlichen Räumlichkeiten bestimmen und den Bau in seiner Construction so halten, daß eine Erweiterung desselben späterhin, bei Zunahme des Verkehrs, auf leichte Weise zulässig ist. Am besten dürfte es sein, in zweifelhaften Fällen für den Güterverkehr nur provisorische Gebäude herzustellen und erst dann, wenn einmal dieser Verkehr sich entwickelt hat, zu den definitiven zu schreiten.

Zur Befriedigung des dritten Punktes muß gefordert werden:

a) Daß sich im Innern des Schuppens erhöhte Räume oder sog. Lagerpritschen befinden, Fig. 8 und 9, Taf. XXXI., auf welche die Waaren gelagert und von denen aus sie bequem auf die Bahnwagen oder Straßenfuhrwerke verladen werden können. Diese Lagerpritschen werden daher am zweckmäßigsten zwischen dem zu dem Gebäude führenden Weg und dem durch dasselbe ziehenden Bahngeleise angelegt werden und am besten die Höhe der Bahnwagensohlen erhalten, nämlich 1·14 Mtr.

b) Daß die Größe der Lagerpritschen dem täglich zur Lagerung kommenden Waarenquantum entsprechend gemacht wird. Für je 100 Kilogr. 0·18 bis 0·36 □Mtr., je nach der Art und Verpackung der Waare.

c) Daß sich über oder auf denselben in denjenigen Stationen, wo schwere untheilbare Güterstücke ab- oder aufgeladen werden, Hebevorrichtungen oder Krahnen befinden, um mit Hülfe derselben diese Güterstücke leicht verladen zu können. Fig. 9.

d) Daß endlich noch ein Bureau und ein Wächterzimmer, ersteres für den Speditionsbeamten und letzteres für einen Wächter vorhanden sind, welche ihren Zugang von außen haben.

§. 88.

Befahrbare Brückenwaagen.

In die Nähe der Verladeplätze und Güterschuppen empfiehlt es sich, befahrbare Brückenwaagen anzulegen. Dieselben werden mit einem Gütergeleise in Verbindung gesetzt und bestehen in einer gemauerten Grube und einem kleinen Häuschen, welche zur Aufnahme der Waage dienen. Die über der Grube schwebende von dem Waagebalken getragene Pritsche entspricht in ihrer Länge dem größten Abstand der Achsen eines Güterwagens. Damit auch gewöhnliche Fuhrwerke auf die Pritsche fahren können, sind die Schienen in gleicher Ebene mit der Oberfläche der Pritsche und müssen die anstoßenden Schienentheile als Wegübergang behandelt werden. §. 105 (103).

§. 89.

Wasserstationen und Wasserkrahnen.

Dieselben werden von Strecke zu Strecke angelegt, um das durch die Locomotive verdampfte Wasser wieder zu ersetzen.

Die Zahl dieser Stationen hängt von der Verdampfungsfähigkeit der Maschinen, Größe des Tenders, sowie von der Zahl der täglich stattfindenden Personen- und Güterzüge ab. In der Regel werden sie in Entfernungen von 4 bis 5 Stunden nöthig und mit den Aufnahmsstationen in Verbindung gebracht, weil hier ohnedieß ein Aufenthalt nöthig wird, der gleichzeitig dazu benutzt werden kann, um die Tender mit Wasser und Brennmaterial zu versorgen.

Dieser Zweck wird einfach durch Aufstellung von entsprechend großen Wasserbehältern erreicht, die so hoch über der Bahnfläche aufgestellt sind, daß aus denselben das Wasser leicht und rasch in die zu speisenden Tenders geleitet werden kann.

In dieser Beziehung besteht die Vorschrift, daß die Ausgüsse der Wasserreservoirs oder Wasserkrahnen sich wenigstens 2·85 Mtr. über den Schienenoberflächen befinden müssen.

Da das Wasseraufnehmen jedenfalls mit einem Minimum von Aufenthalt geschehen sollte, so ist wenigstens auf den Zwischenstationen die Einrichtung in der Art zu treffen, daß die Tenders, ohne vom Zuge abgespannt zu werden, jeweils an den Reservoirs oder Wasserkrahnen halten können. Diese Bedingung wird erfüllt, wenn man die Wasserausgußröhren möglichst nahe den Hauptgeleisen der Station bringt, und zwar an diejenigen Stellen, wo die Bahnzüge in der Regel halten, um Passagiere oder Güter aufzunehmen oder abzusetzen.

Auf solchen Stationen, wo Züge sich kreuzen, und beide Maschinen Wasser nehmen müssen, wird man daher 2 Wasserstationen zu erbauen haben, sofern es die lokalen Verhältnisse nicht gestatten, von einer Wasserstation aus das Wasser in Röhren auf eine größere Entfernung zu den Wasserkrahnen zu leiten.

Dieß wird aber auch bei allen Zwischenstationen der Fall sein, wo die Maschinen der Züge nach beiden Richtungen Wasser nehmen, und es kann allein dadurch vermieden werden, daß man auf jeder Station nur die Züge in einer Richtung regelmäßig Wasser nehmen läßt, was man erreicht, wenn man bei einer Entfernung der Stationen von 2½ bis 3 Stunden die Stellung der Wasserstationen gegen die Richtung der Züge wechselt, so daß die Maschinen immer mit Ueberschlagung eines Bahnhofes mit Wasser gespeist werden, wobei man natürlich die Niveauverhältnisse der benachbarten Bahnstrecken beachten muß.

Zur Speisung der Maschinen in den Maschinenhäusern empfehlen sich die sog. Wasserkasten a, a, Fig. 1, 2 und im Detail Fig. 5, 6 und 7, Taf. XXXII. Nachdem der Deckel d, d, Fig. 5, aufgehoben, wird ein Rohr E eingesetzt, welches oben eine Umbiegung hat, und nachdem das Ventil v gehoben, das Wasser aus dem Reservoir R in den Tender leitet. Fig. 4 zeigt das Ventil am Boden des Reservoirs; Fig. 3 das Ausgußrohr b, Fig. 1 und 2;

D Dampfkessel für die Dampfmaschine der Werkstätte und zum Vorwärmen des Wassers in den Reservoirs.

Das Füllen der Wasserbehälter geschieht entweder auf natürlichem Wege von Quellen durch eine Röhrenleitung, oder auf künstlichem Wege, indem das Speisewasser aus Brunnenschachten mittelst Saug- und Druckwerken gefördert wird, wobei entweder Menschen-, Wasser- oder Dampfkraft, zuweilen auch die Kraft des Windes angewendet werden kann.

Vortheilhaft für den Betrieb, namentlich in kälteren Gegenden, und allerorten im Winter, erscheint die Einrichtung zum Vorwärmen des Speisewassers in den Wasserbehältern. Es sind hierbei zwei Methoden gebräuchlich:

a) die Erwärmung durch Dampf;

b) die Erwärmung durch heißes Wasser.

Bei der ersten Methode bringt man unter dem Reservoir einen kleinen Dampfkessel an, oder benutzt den auf der Station etwa für den Betrieb von Werkstätten ꝛc. schon vorhandenen Kessel, und bringt denselben durch Röhren mit dem Reservoir in Verbindung. Die Röhren steigen zum letztern auf, winden sich im Behälter spiralförmig herum, und der aus diesem letztern Röhrentheil durch kleine Haarlöcher strömende Dampf erwärmt das Wasser.

Bei der zweiten Methode ist ebenfalls ein kleiner Kessel, Fig. 1 und 2, Taf. XXXIII, unter dem Wasserbehälter angebracht. Dieser Kessel ist mit demselben durch zwei vertikal aufsteigende Röhren in Verbindung gesetzt, so daß das Wasser im Reservoir mit dem Wasser im Kessel zusammenhängt.

Wird nun der Kessel erwärmt, so steigt das leichtere warme Wasser zum Reservoir auf, das kalte Wasser dagegen sinkt in den Kessel herunter, wird daselbst erwärmt und steigt nun wieder auf, so daß ein ständiger Kreislauf zwischen erwärmtem und kaltem Wasser entsteht, und nach und nach der Inhalt des Reservoirs ganz durchwärmt wird.

Die Fig. 1 und 2, Taf. XXXIII. zeigen die Speisungseinrichtung, wie sie auf der badischen Bahn in mehreren Stationen ausgeführt worden.

a ist das Reservoir von Eisenblech;

b die Kesselröhre;

e Feuerraum;

f Aschenfall;

d und c die beiden Röhren zur Verbindung mit dem Reservoir;

k die Steigröhre von der Pumpe;

f die Abfallröhre, um das Wasser im Reservoir auf gleicher Höhe zu erhalten;

i Schiebventil mit der Zeugstange h;

h Wasserkrahn.

Eine andere Einrichtung, durch die Fig 3, 4, 5 und 6 angegeben, ist auf der Stargard-Posener Bahn ausgeführt, und zeichnet sich durch ihre Leichtigkeit und Wohlfeilheit aus. Die Heizung erfolgt mit sehr wenig Brennmaterial in einem mit einem Mantel A umgebenen Kessel, welcher mit der

Schornsteinröhre C versehen ist; der Mantel A steht mit dem Reservoir B durch die Röhre D in Verbindung, welche je nach Umständen kurz oder lang sein kann. Vermittelst der Pumpe E wird das Wasser aus dem Brunnenschacht in das Reservoir gehoben. Damit eine Circulation des Wassers stattfinden kann, ist noch eine Röhre G angebracht. Kessel, Rauchrohr und Circulationsrohr sind von Kupfer gefertigt. Mittelst dieser Einrichtung kann der Inhalt eines Reservoirs von 140 Kubikfuß in 40 Minuten siedend gemacht werden.

Die Fig. 9, 10 und 10a geben die Wasserstation zu Neustadt auf der Bahn von Wien nach Gloggnitz. Der Kessel r, dessen Länge 3·5 Mtr. und Durchmesser 0·9 Mtr. beträgt, ist eingemauert, so zwar, daß er auf seiner ganzen Länge von dem Feuer umspielt wird; v ist der Feuerherd. Da wo die Wärme in den Kaminraum überströmt, ist der Schieber z angebracht, um den Zug ganz absperren und dadurch die Hitze zurückhalten zu können. Damit der Kessel ganz entleert werden könne, besteht die Röhre mit dem Hahn z. Das Reservoir m, welches aus gußeisernen Platten besteht, liegt so hoch, daß der Druck des Wassers hinreicht, um die Wassersäule in dem Wasserkrahn bis zur Ausgußöffnung zu heben. Das Pumpwerk zur Wasserförderung ist durch die Fig. 11 gegeben. Durch die Kurbel a, an der zur leichtern Bewegung das Schwungrad b befestigt ist, wird die Kurbelachse c, mit welcher die Kolbenstangen in Verbindung stehen, in Bewegung gesetzt, hierdurch wird ein Auf- und Niedergehen der Kolben e bewirkt, wodurch das Wasser in der Röhre f durch das Ventil h in den Stiefel g tritt. Ist der Kolben e an seinem höchsten Punkte angekommen, so öffnet sich beim Niedergehen das Ventil i, und das Wasser tritt aus der Kammer g in die Kammer k. Beim Aufgehen des Kolbens wird es von hier in die Röhre l gedrängt, welche ebenfalls durch ein Ventil von k abgesperrt ist, und durch welches das Zurückfließen des Wassers verhindert wird. In der Röhre l wird es nun allmälig auf die Höhe des auf dem Boden angebrachten Reservoirs m gehoben, und bei n in dasselbe ausgegossen. Soll eine Locomotive gespeist werden, so wird durch die Stange o das Ventil p geöffnet, und das Wasser läuft durch die Röhre q in den Kessel r; aus diesem tritt es abermals durch ein Ventil s, welches durch die Stange t geöffnet wird, in die Röhre u, welche es in den außerhalb des Gebäudes stehenden Krahn führt.

Die Fig. 7, 7a, 8 und 8a geben die Einrichtung einer Wasserstation, bei welcher die Pumpe durch ein Windrad in Bewegung gesetzt wird. Dieselbe wurde in ähnlicher Weise auf der hannöverschen Bahn in Ausführung gebracht und zeichnet sich durch ihre Einfachheit und zweckmäßige Eintheilung sowie durch ihr gefälliges Aeußere aus.

Die Fig. 12 zeigt eine Wasserstation ohne Vorwärmer auf der Bahn von Paris nach St. Germain. A ist das aus gußeisernen Platten zusammengesetzte Reservoir; B das Ausgußrohr der Pumpe; C der Wasserkrahn. Soll eine Locomotive gespeist werden, so zieht man die Stange D und hebt dadurch das Ventil E.

Außer den Wasserkrahnen, welche direct von dem Reservoir ausgehen,

sind bei größern Zwischen- und Hauptstationen noch isolirte Wasserkrahnen zur Speisung des Tenders nothwendig, welche durch Röhrenleitungen mit den Reservoirs in Verbindung stehen.

Die Fig. 1 und 2, Taf. XXXVI., geben die Construction eines Wasserkrahns auf der Straßburg-Basler-Bahn. M ist ein Hahn zur Absperrung des Wassers; die Bewegung desselben geschieht durch zwei Hebelarme an dem Kopfe der Stange N; der Hahn O dient zum Ablassen des Wassers aus dem Krahn.

Die Fig. 3, 4, 5 und 6 zeigen die Construction eines Wasserkrahns auf der Bahn von Paris nach Orleans. Der Wasserzufluß wird hier durch das Schiebventil M mit Hülfe der Kurbel bei N regulirt. Auf dem obern Ende der verticalen Säule A sitzt der Kopf B mit dem Ausgußrohr G, welches durch den Träger J unterstützt wird und in jede beliebige Richtung gedreht werden kann. Soll eine Locomotive gespeist werden, so wird das an dem untern Ende des Kopfes sitzende Kegelventil, Fig. 4, mit Hülfe der an einem Hebel herabhängenden Kette etwas herabgedrückt und so lange festgehalten, bis die Speisung zu Ende ist; mit dem Loslassen der Kette schließt sich das Ventil von selbst wieder, und der Zufluß hört auf.

Die Fig. 7, 8 und 9 stellen die Wasserkrahnen der Paris-Versailler und der London-Southampton Bahn vor. Auf der gußeisernen Säule A, Fig. 7 und 8, sitzt wieder ein Kopf B mit einer Gaslaterne F, in welche das Gas durch die Röhre g gelangt. In dem Innern der Säule A erhebt sich eine gußeiserne Röhre C, an welcher mit der Stopfbüchse E die Gußröhre D befestigt ist, von der ein lederner oder aus Guttapercha gefertigter Schlauch G herabhängt, an dessen Ende sich das Ausgußstück H befindet. Der Wasserzufluß wird durch einen Hahn regulirt, ähnlich wie bei Fig. 1.

Bei dem Krahn, Fig. 9 der Southampton-Bahn, ist die Einrichtung dieselbe, nur mit dem Unterschiede, daß in dem Aufsatze C ein Kegelventil sitzt, welches mit Hülfe der Stange f und des Hebels b geöffnet werden kann.

Zur Berechnung der Größe der Wasserbehälter auf den betreffenden Stationen, der Leistungen der Pumpwerke und des Brennmaterialverbrauchs für die Vorwärmung diene folgendes Beispiel als Anhalt.

Es soll zwischen Carlsruhe und Heidelberg noch auf der Zwischenstation Bruchsal eine Wasserspeisungseinrichtung gemacht werden, und zwar für die Unterstellung, daß zwischen den beiden Hauptstationen täglich 6 Züge hin und her gehen, und alle Maschinen in der Regel in Bruchsal gespeist werden.

Nimmt man nun den Wasserbedarf einer gewöhnlichen Personenlocomotive zu 0·54 Kubikmeter per zurückgelegte Wegstunde incl. der Aufenthalte auf den Stationen an, so beträgt der Wasserbedarf von Heidelberg bis Bruchsal $7 \cdot 0{\cdot}54 = 3{\cdot}78$, und von Bruchsal nach Carlsruhe $5 \cdot 0{\cdot}54 = 2{\cdot}70$ Kubikmeter.

Das ganze Quantum, welches demnach in einem Tag verbraucht wird, ist $6 \{3{\cdot}78 + 2{\cdot}70\} = 38{\cdot}88$ Kubikmeter.

Nimmt man an, daß diese innerhalb 12 Stunden consumirt werden, so müssen per Stunde wenigstens $\frac{38{\cdot}88}{12} = 3{\cdot}24$ Kubikmeter geliefert werden, d. h. dem Reservoir zufließen.

Wenn daher die Zwischenzeit zwischen zwei in einer Richtung folgenden Bahnzügen zwei Stunden beträgt, so dürfte ein Wasserbehälter von $2 . 3{\cdot}24 = 6{\cdot}48$ Kubikmeter Inhalt, sowie eine Pumpe, welche per Stunde 3·24 Kubikmeter Wasser liefert, den Anforderungen entsprechen.

Der Sicherheit wegen würde man jedoch für die Station Bruchsal ein Reservoir von 7 Kubikmeter Inhalt, und eine Pumpe, die 3·5 Kubikmeter Wasser liefert, wählen. Die Dimensionen des Reservoirs müßten etwa folgende sein:

Länge = 3·5 Mtr.
Breite = 1·5 „
Höhe = 1·4 „

Vorwärmungsapparat.

Nimmt man an, daß alle zwei Stunden die von Heidelberg und Carlsruhe kommenden Züge sich in Bruchsal begegnen, und beide Maschinen jedesmal zusammen 6·48 Kubikmeter Wasser aufnehmen, so sind zum Vorwärmen dieses Wasserquantums jedesmal zwei Stunden Zeit vorhanden. Soll nun dieses Wasser, welches die Temperatur von 4° C haben soll, durch Dampf von 100° auf 75° C. oder 60° R. erwärmt werden, so sind hierzu auf die Stunde (nach Morin Nr. 167)

$$q = \frac{q_1 (t'' - t')}{550 + t - t''} \text{ Kilogr.} = \frac{3{\cdot}48 . 1000 (75 - 4)}{550 + 100 - 75} = 453{\cdot}1 \text{ Kilogramm}$$

Dampf erforderlich.

Um nun in einer Stunde 453·1 Kil. Dampf oder in einer Minute 7·55 Kil. zu produciren, weiß man, daß zur Erzeugung von 1 Kil. Dampf per Stunde 0·041 Quadratmeter Heizfläche erforderlich sind, oder für 453·1 Kil. 453·1 mal 0·041 = 18·57 □Mtr.

Ist die Oberfläche des Kessels cylindrisch und $\pi d l$, und nimmt man $l = 6d$, so wird

$$\pi d . 6d = 18{\cdot}57$$

$$d = \sqrt{\frac{18{\cdot}57}{6 . 3{\cdot}14}} = 1 \text{ Mtr.}$$

Wie viel Steinkohlen der besten Art braucht man, um aus Wasser von 4°, 453·1 Kil. Dampf von 100° zu erhalten? Um diese Frage zu beantworten, gibt Morin (Nr. 165) die Formel:

$$q . \frac{550 + t - t'}{n} \text{ Kil.}$$

t ist die Temperatur des Dampfs = 100°
t′ „ des Wassers = 4°

n die Zahl der Wärmeeinheiten, welche man in einem Herde aus dem Brennmaterial nutzbringend erhält, wir nehmen 0·6 mal 7050.

q ist 453·1.

Man erhält 68·87 Kil. Steinkohle erster Qualität.

Pumpwerk.

Nimmt man die Förderungshöhe zu 10 Mtr., und die zu fördernde Wassermenge zu 3·5 Kubikmeter per Stunde, oder zu 0·058 Kubikmeter per Minute, so beträgt die zu verrichtende Arbeit der Maschine pro Minute

$$0{\cdot}058 \,.\, 1000 \,.\, 10 = 580 \text{ Kilogrmtr.}$$

oder mit Berücksichtigung der Reibungswiderstände höchstens $^1/_4$ Pferdekraft.

Will man ermitteln, ob es öconomisch vortheilhafter ist, die Pumpe mittelst einer kleinen Dampfmaschine oder mittelst Menschenkräfte in Bewegung zu setzen, so verfahre man folgend:

Bezeichnet

p den Druck des Dampfes im Kessel per □Centimeter, und K einen Erfahrungscoefficienten, welcher von der Kraft der Maschine, der Vollkommenheit ihrer Ausführung und ihrem Zustande der Unterhaltung abhängt, so erhält man die Arbeit für 1 Kil. Steinkohlen nach Morin (Nr. 178)

$$100000\,K\left\{1 - \frac{1{\cdot}033}{p}\right\}.$$

Für gewöhnliche Fälle kann man K = 0·42 und p = 2 Kilogr. setzen; dieß gibt:

$$1000000 \,.\, 0{\cdot}42\left\{1 - \frac{1{\cdot}033}{2}\right\} = 21000 \text{ Kilogrmtr.}$$

Da nun die Kraft, welche erforderlich ist, um 0·058 Kbkmtr. Wasser per Minute zu fördern $= \frac{4500}{4}$ Kilogrmtr. oder $^1/_4$ Pferdekräfte beträgt, so sind zur Erzeugung dieser Kräfte alle $\frac{21000}{\frac{4500}{4}}$ oder 18·7 Minuten 1 Kilogramm oder per Stunde 3·2 Kilogr. Steinkohlen erforderlich.

Die ganze Quantität Steinkohlen, welche erforderlich ist, um die Dampfmaschine so lange in Bewegung zu setzen, als die Pumpe zu arbeiten hat, d. h. 12 Stunden täglich, beträgt daher 12 . 3·2 = 38·4 Kil.

Der Preis dieses Steinkohlenquantums beträgt höchstens .	1·0	Franc
Die Unterhaltung der Dampfmaschine von $^1/_4$ Pferdekraft täglich	1·0	„
Kosten eines Heizers	1·5	„
	3·5	„

oder per Jahr 1277·5 Fr.

Hierzu die jährlichen Zinsen des Anlagekapitals von 2000 Fr. mit 100 Fr. geben jährliche Ausgaben von 1377·5 Fr.

Um die Pumpe durch Menschen zu betreiben, sind mit der Ablösung wenigstens 4 Arbeiter erforderlich. Rechnet man per Mann täglich 1·5 Fr., so gibt dieß für ein Jahr . . . . . 2190 Fr.

Es ist somit vortheilhafter, für den Betrieb der Pumpe eine kleine Dampfmaschine aufzustellen. Dort, wo ohnehin ein Kessel zur Vorwärmung des Speisewassers oder zum Betrieb einer mechanischen Werkstätte aufgestellt wird, ist es ohne Zweifel jeweils das zweckmäßigste, das Pumpwerk mit Dampfkraft zu betreiben.

§. 90.

Aborte.

Die Anlage von Aborten für die ankommenden und abgehenden Reisenden ist auf den Stationen nothwendiges Bedürfniß.

Deren Stellung soll jeweils so gewählt werden, daß sie nicht zu entfernt von den Geleisen liegen, an welchen die Züge halten, und leicht aufzufinden sind.

Auf den Zwischenstationen lassen sich diese Räume zuweilen in dem untern Stockwerke des Gebäudes für die Wasserstationen anbringen, und es kann sodann derjenige Abort zunächst der Zufahrtsstraße auch von dieser aus benutzt werden. Will man die untern Räume der Reservoirgebäude zu andern Zwecken verwenden, z. B. für den Aufenthalt der Excentrikwärter oder der Pumpenarbeiter, so verlegt man die Aborte in ein besonderes Gebäude auf die Seite des Stationsgebäudes.

Die Größe oder vielmehr die Anzahl der Aborte richtet sich nach der Frequenz der Station. Für Reinigung und Spülung mit Wasser muß gesorgt sein. §. 105 (77).

§. 91.

Wärterhäuschen.

Zur Bedienung der Uebergangskurven sind Wärter aufzustellen, welche jeweils die Versetzschienen dieser Uebergangsschienen in die entsprechende Lage zu setzen haben. Für die Unterkunft dieser Wärter, deren gewöhnlich zwei oder mehrere auf einer Station, ist durch eine entsprechend gelegene Räumlichkeit zu sorgen.

In der Regel machen es die Bedürfnisse des Betriebsdienstes auch wünschenswerth und nothwendig, daß auf den Zwischenstationen kleine Vorräthe von Kohlen, Geräthschaften für die Bahnunterhaltung, Requisiten aller Art, für den Bureaudienst Lichter und Oel, für Nachtarbeiten Fackeln und Pechkränze u. s. w. aufbewahrt werden, zu deren Unterbringung besondere Räumlichkeiten zu schaffen sind.

Die Größe dieser Vorräthe bedingt die Größe des betreffenden Gebäudes, das jedoch in allen Fällen mit 90 bis 100 □Mtr. genügen dürfte.

§. 92.

Brunnen.

Die Einrichtung eines oder mehrerer Brunnen auf der Station ist sowohl wegen des Verbrauchs an Trinkwasser ꝛc., als auch schon wegen Feuersgefahr absolutes Erforderniß.

Je nach örtlichen Verhältnissen wird man laufende oder sog. Pumpbrunnen anlegen und für dieselben eine solche Stellung wählen, daß sie sowohl von Seiten des Publikums, als auch von den Bewohnern des Bahnhofs benutzt werden können.

§. 93.

Entwässerung der Station.

Auf jeder Station sind Vorkehrungen zur Entwässerung derselben zu treffen, damit das Abwasser der Brunnen, sowie das Wasser von den Dächern der Gebäude einen regelmäßigen Abzug findet. Zu diesem Ende wird es nöthig, das sich sammelnde Wasser entweder mittelst offener gepflasterter Rinnen oder unter der Bahn liegender Sielen, Sickerdohlen, Senkgruben abzuleiten. Hier kann nur die Oertlichkeit, die Höhenlage der Station, Beschaffenheit des Bodens entscheiden, in welcher Weise die Ableitung des Wassers am besten zu bewirken sei.

Selten wird diese Ableitung mit großen Schwierigkeiten verknüpft sein, und es mag daher mit diesen Andeutungen genügen.

§. 94.

Dispositionen verschiedener Zwischenstationen.

Die allgemeine Anlage von Zwischenstationen auf verschiedenen Bahnen Deutschlands ist aus den Zeichnungen der Taf. XXVI., XXVII. und XXX. ersichtlich.

Taf. XXVI., Fig. 1, 2, 3 und 4 sind Zwischenstationen auf der Linie Heilbronn-Heidelberg.

In Fig. 1 bedeuten:

1 das Aufnahmsgebäude mit der Eintheilung und Façade nach Fig. 2.
2 Abort,
3 Oeconomiegebäude,
4 Provisorisches Maschinenhaus mit Speisungseinrichtung,
5 Güterschuppen,
6 Verladeplatz.

In Fig. 2 bedeuten:

1 das Aufnahmsgebäude mit der Eintheilung und Façade nach Fig. 4,
2 Abort,
3 Oeconomiegebäude,
4 Verladeplatz,
5 Güterschuppen.

Taf. XXVII., Fig. 3 zeigt den Grundriß einer Zwischenstation der bad. Staatsbahn von Mannheim nach Basel. Die Trottoirs sind hier verschränkt angelegt, im Uebrigen kann auf die beigeschriebene Erläuterung hingewiesen werden.

Taf. XXX., Fig. 9 stellt den Grundriß des Bahnhofs zu Baden auf der Wien-Triester Bahn vor, wie er s. Z. angelegt wurde.

§. 95.

3. Hauptstationen.

Diejenigen Stationen an den Endpunkten einer Bahn, oder in der Nähe größerer Städte eines Landes, von wo aus Züge nach verschiedenen Richtungen abgehen, und woselbst dieselben übernachten, wo also entsprechende Localitäten für die Unterbringung einer größern Anzahl von Locomotiven und Wagen, für die Vornahme der Reparatur-Arbeiten in denselben vorhanden sein müssen, wo im Allgemeinen ein großer Zusammenfluß von Reisenden, Güter 2c. stattfindet, wo größere Vorräthe von Materialien aufbewahrt werden müssen, bezeichnet man mit dem Namen „Hauptstationen".

Dieselben sind entweder durchgehende oder sog. Kopfstationen und unterscheiden sich von den Zwischenstationen insbesondere dadurch, daß eine größere Anzahl Parallelgeleise, Excentriks und Drehscheiben oder Schiebebühnen vorhanden sein muß, sowie in der größern Anzahl von Gebäulichkeiten für die Unterbringung des Fahrmaterials, des Brennmaterials, der Werkstätten und Magazine, der Bureaus 2c., überhaupt nur in der größern Ausdehnung der Gesammtanlage.

Die Bedürfnisse sind ganz ähnlicher Art, wie wir dieselben bei den Zwischenstationen kennen gelernt haben, es soll daher hier nur das beigefügt werden, was verschieden von den Anforderungen an eine Zwischenstation erscheint.

§. 96.

Aufnahmsgebäude für die Hauptstation.

Dasselbe soll wo möglich in der Mitte der Station parallel mit den Hauptgeleisen, von den Trottoirs durch dasselbe getrennt, aufgestellt werden. Bei den End- oder Kopfstationen können diese Gebäude auch quer auf die Geleise gleichsam als Schluß der Bahn gestellt werden, allein diese Anordnung gewährt für das reisende Publikum nicht die Bequemlichkeiten, wie die parallele Stellung, und ist eine Verlängerung der Bahn nicht mehr möglich, daher man dieselbe nur dann wählen wird, wenn die Oertlichkeit es bedingt.

Das Aufnahmsgebäude der Hauptstation soll im Allgemeinen folgende Räumlichkeiten enthalten:

Im untern Stockwerke:

a) Eine Vorhalle, in welcher die Fahrbillete im Trockenen genommen werden können.

b) Ein Billetbureau mit zwei oder mehreren Schaltern, an welchen der Billetverkauf für die verschiedenen Wagenklassen geschieht.
c) Ein Gepäckbureau, wo die Abgabe des Gepäcks der Reisenden stattfindet, und woselbst gleichzeitig die Bezahlung und Abwägung des Reisegepäcks vorgenommen wird, sodann ein Bureau für Ausgabe des Gepäcks und Raum für Ablage des Handgepäcks.
d) Ein Wartsaal für die 1ste und 2te Wagenklasse.
e) Ein Wartsaal für die andern Wagenklassen.
f) Ein Wartsaal für hohe Herrschaften.
g) Zollbureau mit einem kleinen anstoßenden Zimmer.
h) Bureau für den Stationsvorstand, den Cassier und den Ingenieur (2 Zimmer).
i) Telegraphenbureau mit Ansprach-, Portier- und Dienerzimmer.
k) Zimmer für einen Bureaudiener und den Aufenthalt der Conducteure.
l) Eine Restauration mit Büffet neben den Wartsälen.
m) Aborte.

(f und g sind nicht immer nothwendig.)

Ist der Brief- oder Fahrpostdienst gleichzeitig mit dem Eisenbahndienst vereinigt, dann sind für die ersteren die erforderlichen Räume zu schaffen.

Im obern Stockwerke.

Da es im Interesse eines geordneten Betriebsdienstes liegt, daß einige Beamte auf den Bahnhöfen wohnen, so können die betreffenden Wohnungen im 2ten Stockwerke des Aufnahmsgebäudes angebracht werden.

Es sind gewöhnlich 4 Wohnungen erforderlich:

Für den Vorstand, den Ingenieur, den Cassier und den Verwalter.

Welche Räumlichkeiten außerdem bei einer größeren Hauptstation noch nöthig sind, sehen wir z. B. aus dem Programm für den Basler Bahnhof.

Aufnahmsgebäude.

a) Im untern Stockwerk.

1) Einen Visitationssaal.
2) Billetbureau.
3) Gepäckbureau mit einem Zimmer für den Cassier.
4) Zollbureau mit einem kleinern anstoßenden Zimmer.
5) Restauration.
6) Wartsaal 1ster und 2ter Classe, sowie einen Wartsaal 3ter Classe, an ersteren ein Zimmer für Damen sich anschließend.
7) Postbureau für die badische Postverwaltung (2 Zimmer).
8) Postbureau für die schweizerische Postverwaltung (2 Zimmer).
9) Wartsaal für hohe Herrschaften.
10) Bureau für den Bahnamtsvorstand und den Ingenieur (2 Zimmer).
11) Zimmer für den Bureaudiener.
12) Zimmer für den Aufenthalt der Conducteure.

13) Gepäckausgabe mit 2 anstoßenden Zimmern für schweizerische Zollverwaltung und Polizei.
14) Telegraphenbureau mit Ansprach- und Dienerzimmer.

b) Im obern Stockwerk.

Dienstwohnungen für 4 Betriebsbeamte:

1) Vorstand; 2) Ingenieur; 3) Cassier; 4) Verwalter.

In der nächsten Verbindung mit dem Aufnahmsgebäude sollen stehen:
15) Ein- und Aussteigehallen mit Trottoirs.
16) Oeconomieräume für die Beamtenwohnungen.
17) Abort für das reisende Publikum.

Für den Güterverkehr wird erforderlich:
18) 2 Güterhallen für ein- und ausgehende Güter mit den dazu gehörigen Localitäten, nämlich

Für die badische Zollverwaltung:
19) ein Zimmer für den Oberinspector,
20) ein Abfertigungszimmer für eingehende Waaren,
21) ein Abfertigungszimmer für ausgehende Waaren, zunächst an die Hallen für Ein- und Ausgang stoßend,
22) ein Zimmer für den Preußischen Stationscontroleur,
23) ein Kassenzimmer,
24) eine Wachstube.

Für die schweizerische Zollverwaltung:
25) ein Zimmer für Abfertigung ein- und ausgehender Waaren bei der Ausgangshalle,
26) ein Zimmer für die Oberbeamten,
27) zwei Zimmer für die Güterbestatter,
28) eine Wachstube.

An die Güterhallen stoßend:
29) offene Verladepritschen,
30) geschlossene Höfe für ein- und ausgehende Waaren.

In der Nähe dieser Hallen sollten sich ferner befinden
31) Dienstwohnungen für die Zollbeamten, und zwar:
a) 1 Wohnung für den Oberbeamten der Zollverwaltung.
b) 2 Wohnungen für 2 verheirathete Assistenten.
c) 3 „ für 3 ledige Assistenten.
d) 2 „ für 2 verheirathete Amtsdiener.
e) 3 „ für 3 verheirathete Grenzaufseher.
f) 1 Wohnung für 1 verheiratheten Güterspediteur nebst Wohnung für 1 ledigen Gehilfen und 1 verheiratheten Diener.

An diese Wohnungen sich anschließend
32) Hofräume und Oeconomiegebäude nebst Gärten.

Für den Bahnbetrieb werden verlangt:

33) Eine Halle mit 2 Spuren für Aufstellung von 50 Güterwagen.
34) Personenwagenremisen für 20 vierrädrige Wagen mit Raum für Wagenwärter und Aufbewahrung der Putzgeräthe.
35) Locomotivremise für mindestens 8 Maschinen mit Zimmer für Heizer und Maschinenführer. Speisungseinrichtung.
36) Werkstätte und Magazingebäude.

Enthaltend:

a) Kohlenremise für Lagerung von circa 12000 Centnern Koaks.
b) Bureau für den Materialverwalter.
c) Material-Magazin für zu verarbeitende Materialien.
d) Bureau für den Werkführer mit anstoßendem Werkzeugzimmer ꝛc.
e) Dreherei.
f) Localität für eine 6 Pferdekraft-Dampfmaschine.
g) Zimmer für den Maschinenwärter.
h) Kesselhaus.
i) Schmiede mit 3 bis 4 Feuern.
k) Schlosserwerkstatt.
l) Locomotiv-Montirungswerkstatt für 2 Maschinen.
m) Wagen-Reparaturwerkstatt für 3 Wagen.

Außer diesem wird verlangt:

37) die Möglichkeit, 8rädrige Wagen und Locomotive nebst Tender gleichzeitig wenden zu können,
38) die Anlage von Verladeplätzen für Equipagen und Schlachtvieh,
39) mindestens 6 Parallelgeleise (14—1500 Fuß lang, mit einander in Abständen von 14 Fuß parallel laufend),
40) Wohnungen für Niederbedienstete der Betriebsverwaltung, nämlich
a) eine Wohnung für den Werkmeister.
b) „ „ für den Materialverwalter.
c) drei Wohnungen für drei verheirathete Conducteure.
d) „ „ für drei verheirathete Bahnwärter.
e) „ „ für ledige Postbeamte.

Vor dem Aufnahmsgebäude soll die Zufahrt wenigstens eine Breite von 90 bis 100 Fuß erhalten. Die Zollhöfe müssen jeder circa 500 Fuß lang und 70 bis 73 Fuß breit sein. — Die Güterhallen, an welche die Höfe sich anschließen, werden nach dem zu gewärtigenden Verkehr mindestens je 270 bis 300 Fuß lang gemacht werden und Lagerpritschen von 36 bis 40 Fuß Breite erhalten. — Zu den Güterschuppen in Güterhöfen ist ein besonderer Weg zu führen, dem eine Breite von 35 bis 40 Fuß zu geben ist.

§. 97.

Bedeckte Hallen für die Ein- und Aussteigetrottoirs.

Vor dem Aufnahmsgebäude gegen die Bahnseite zu wird bei den Hauptstationen in paralleler Richtung mit ersterem eine Halle so aufgestellt, daß durch sie das zum Einsteigen bestimmte erhöhte Trottoir, sowie eines oder mehrere Parallelgeleise überdeckt werden, und somit die Reisenden von den Wartsälen aus im Trockenen zu den Wagenzügen gelangen können.

Ein Trottoir für die Absteigenden kann unter derselben Halle dem Einsteigetrottoir gegenüber angelegt werden, wenn daselbst die Oertlichkeit die Anlage eines besondern Abfahrtweges zuläßt; im andern Falle dürfte es am geeignetsten erscheinen, das Aussteigetrottoir in die Verlängerung des Einsteigetrottoirs zu legen und mit einer leicht construirten Halle zu überdecken. Diese Lage des Trottoirs gewährt den wesentlichen Vortheil für das reisende Publikum, daß dasselbe nicht über die Geleise des Bahnhofs zu schreiten hat, um nach seiner Ankunft aus dem Bahnhof zu kommen.

Die Länge der Bahnhallen und Trottoirs richtet sich nach der Länge der gewöhnlichen Personenzüge und werden gewöhnlich zwischen 100 bis 120 Mtr. angenommen.

Die Höhen der Hallen sind abhängig von der Höhe der Locomotivrauchfänge und Zahl der Bahngeleise, welche die Halle überdeckt; es ist zweckmäßig, dieselben nicht unmittelbar an die Aufnahmsgebäude anzulegen, sondern etwas davon entfernt zu halten, weil durch sie die Zimmer der Aufnahmsgebäude allzusehr verdunkelt werden und die dadurch entstehenden Dachkehlen der Gebäulichkeiten nicht vortheilhaft sind, indem sie Wasser- und Schneefänge bilden. Die Verbindung der Wartsäle mit den bedeckten Bahnhallen geschieht am besten mittelst kurzen bedeckten Querhallen.

Was die Construction der Bahnhallen betrifft, so richtet sich diese hauptsächlich nach dem zu Gebote stehenden Material. In der Regel macht man die Bedeckung der Hallen in neuerer Zeit aus Guß- und Schmiedeisen, hauptsächlich aus letzterem, und zwar wendet man mehr flache als runde Stäbe an, da diese unter sich eine leichtere Verbindung zulassen.

Auf Taf. XXXI. sind verschiedene Hallenbedeckungen angegeben.

Fig. 1, 1a und 1b ist die Haupthalle auf dem Bahnhofe zu Carlsruhe.

Fig. 2, 2a zeigen die Dachconstruction der Einsteigehalle zu Ulm auf der württembergischen Bahn.

Fig. 3, 3a geben die Dachconstruction der früheren Einsteighalle zu Stuttgart.

Fig. 4 zeigt eine Halle der hannöver'schen Bahn.

Fig. 5—5d geben die Construction einer englischen Bahnhofhalle. Die Sparren sowohl wie die Streben zeigen in ihrem Querschnitte die Gestalt eines T und bestehen aus gewalzten Schienen.

Fig. 6—6 d zeigen die Dachconstruction der Einsteighalle auf dem Bahnhofe zu Lille; dieselbe ist ganz von Eisen und zwar nach dem System von Polonceau ausgeführt.

Fig. 7 und 8 sind Dachstühle auf hannöver'schen Bahnhöfen.

Fig. 9 zeigt die Dachconstruction eines württembergischen Güterschuppens.

Fig. 10 gibt den Durchschnitt der Locomotivremise auf dem Bahnhofe zu Freiburg. Die gußeisernen Röhren liefern das Wasser aus dem Reservoir zu den Wasserkrahnen.

Was nun die Zahl der nach der ganzen Länge einer Hauptstation anzulegenden Parallelgeleise betrifft, so richtet sich diese natürlich zunächst nach der Bedeutung der Station und des auf ihr zu gewärtigenden Verkehrs. Die geringste Zahl dürfte 6 sein, jedoch wird man in der Regel darüber annehmen müssen.

Die Länge dieser Geleise, sowie überhaupt die Länge des Bahnhofs ist von der Oertlichkeit und von der Größe des Verkehrs abhängig, sollte aber nie unter 600 Mtr. betragen. Die geringste Breite einer Hauptstation dürfte zu 60 Mtr. angenommen werden.

Die Parallelgeleise sind an den Enden des Bahnhofs, sowie auch zwischen denselben mittels Uebergangsbahnen zu verbinden, um einzelne Wagen und Wagenzüge von einer Spur in die andere übergehen lassen zu können.

Die Abstände der Parallelspuren, von Mittellinie zu Mittellinie, sollte nicht unter 4 Mtr. gewählt werden. Außer den genannten Parallelgeleisen und Uebergangsbahnen werden noch Ablenkungsgeleise zu den verschiedenen Remisen, Werkstätten und Magazinen erforderlich.

Diese Ablenkungskurven werden in gleicher Weise angelegt, wie die Uebergangsbahnen, von einer Spur zur andern, wenn nicht der Mangel an Raum die Anlage von Drehscheiben, mittelst welchen man unter einem jeden Winkel von einem Hauptgeleise ablenken kann, gebietet.

§. 98.

Maschinenhäuser oder Locomotivschuppen. Taf. XXXI., Fig. 7 u. 10.

Man unterscheidet kreisförmige, halbkreisförmige und polygonale Schuppen mit Drehscheiben im Mittelpunkt des Kreises oder Polygones und rechteckige Schuppen, entweder mit Drehscheiben oder Schiebebühnen.

Für eine kleine Anzahl von Maschinen eignen sich die rechteckigen am besten, nach diesen die halbkreisförmigen oder polygonalen; die Rotunden sind nur für eine größere Zahl, z. B. 12 oder 16 Maschinen. Die Art der Localität, die Kosten der Anlage werden für die Wahl des Grundrisses maßgebend sein, immerhin muß auf größeren Bahnhöfen die Locomotivremise so placirt sein, daß außer dem Geleise, welches in dieselbe führt, ein Geleise vorhanden ist, auf welchem die Maschine kommen und gehen kann, um Wasser zu nehmen, und außerdem sind noch ein oder mehrere Geleise nöthig, auf welchen die

Maschinen, welche zur Abfahrt bereit sind, stationiren und welche so mit den Hauptgeleisen verbunden sein müssen, daß eine Maschine, ohne die andere zu verstellen, sich vor den Zug setzen kann.

Zwischen den Schienen in der Remise sind Senkgruben von 0·75 bis 0·85 Mtr. Tiefe mit Trittstufen an beiden Enden erforderlich, welche durch unterirdische Canäle entwässert werden. Auch vor den Ausfahrtsthoren für diensthuende Locomotiven sind gut entwässerte Löschgruben anzulegen. T. V. §. 105 (90—96).

In der Remise selbst sollen Schlauchkasten angebracht sein, von welchen aus die Maschinen gespeist werden können; auch ist es zweckmäßig, außen am Gebäude einen Wasserkrahn anzubringen. Es erfordert diese Einrichtung stets die Aufstellung eines Reservoirs in dem Gebäude, und zwar in der Höhe über den Schienen von 5·2 Mtr.

Für Abführung des Rauchs und Dampfes ist durch Röhren oder bewegliche Fenster im Dach zu sorgen.

Steht die Remise nicht in der Nähe der Reparaturwerkstätte, so ist eine kleine Schmied- und Schlosserwerkstätte, ein kleines Magazin für Eisen, Oel, Putzzeug 2c., sowie eine Stube für Locomotivführer und Heizer mit ihr zu verbinden.

Da die Locomotivremisen im Winter geheizt werden, so sind sie am besten massiv herzustellen und zwar die Wände mit Bruch- oder Backsteinen und die Dächer von Eisen.

Die Thore der Remise erhalten mindestens eine Höhe von 4·8 Mtr. und eine lichte Weite von 3·35 Mtr.

Die Entfernung der Geleise in den Remisen soll nicht unter 4·5 Mtr., wo möglich aber 5 Mtr. betragen. Die Länge der Remise richtet sich nach der Länge der Maschinen sammt Tender. Im Mittel sind 15 Mtr. oder für 2 Locomotiven 30 Mtr. Länge anzunehmen. Lichte Höhe der Remise 5·5 Mtr., Reinigungsgruben 3 Mtr. kürzer als die lichte Länge der Remise. Länge der Reinigungsgruben außerhalb der Remise 7·2 Mtr., Abstand von derselben 3 Meter.

Die Geleise in der Remise sind durch Weichen mit den Bahnhofsgeleisen in Verbindung zu setzen und die Drehscheibe ist so weit von dem Vereinigungspunkt der Geleise entfernt zu legen, daß eine Locomotive von einem in das andere Geleise gebracht werden kann, ohne die Drehscheibe zu berühren.

Der Boden einer Locomotivremise soll mit Steinen gepflastert sein.

§. 99.

Werkstätten.

Das Werkstättegebäude einer Hauptstation enthält im Allgemeinen folgende Localitäten:

a) Ein Local für die Aufstellung der feststehenden Dampfmaschine, mittelst welcher die Arbeitsmaschinen in den Werkstätten, sowie die Pumpe zu

der Speiseeinrichtung betrieben werden. Je nach der Ausdehnung der Werkstättenanlagen wird eine Maschine von 6, 10 bis 20 Pferdekräften zu wählen sein. Es erfordert nämlich:

Eine große Räderdrehbank für Locomotivräder	0·75—1·25 Pferdekräfte.
Eine Drehbank für Wagenräder	0·5—0·75 „
„ „ für schwere Gegenstände . . .	0·3 „
„ „ für leichte „ . . .	0·2—0·25 „
Ein Ventilator (1200—1300 Umdrehungen pro Minute)	0·5 „
Eine große Hobelmaschine	0·3 „
„ „ Stoßmaschine	0·4 „
„ „ Lochmaschine	0·4 „
„ „ Bohrmaschine	0·3 „
„ „ Cylinderbohrmaschine	0·4 „

Allgemeiner Zuschlag für die Transmission 10 Proc. der Gesammtkraft.

b) Local für die Aufstellung eines Dampfkessels; wo immer thunlich sollte derselbe außerhalb des eigentlichen Werkstättegebäudes der Sicherheit wegen angebracht werden.

Diese Localitäten fallen natürlich weg, wenn die betreffende Oertlichkeit die Anwendung einer Wasserkraft gestattet.

c) Local für die Aufstellung einer Saug- und Druckpumpe für die Speisung des Wasserreservoirs, welches am besten unmittelbar über dieser Localität angebracht ist. Die Anlage eines Pumpwerks ist selbstredend überflüssig, wenn das Wasser auf natürlichem Wege in das Reservoir geleitet werden kann.

d) Eine Localität für die Aufstellung der Drehbänke, Hobel-, Stoß-, Bohr- und Schraubenschneid-Maschinen. Die Ausdehnung dieser Localität richtet sich nach der Anzahl und Beschaffenheit der aufzustellenden Maschinen, also auch der Größe des Betriebs der Bahn, sowie darnach, ob in der Nähe der Bahn ein größeres Etablissement ist, welches einen Theil der Reparaturarbeiten übernehmen kann. Ist letzteres nicht der Fall, so sind alle Maschinen und Einrichtungen nothwendig, die zum Baue einer Locomotive erforderlich sind, mit Ausnahme der Einrichtungen zur Fabrication der Räder und Achsen, sowie zur Anfertigung der Kessel und der Gießerei.

Die Hauptwerkstätte für Reparatur des Transportmaterials erfordert in jedem Falle:

Für einen Ventilator zu 12 Schmiedfeuer . . .	9 □Meter Raum.
Für eine Lochmaschine	2·2 „ „
Für eine große Drehbank für Locomotivräder bis zu 1·95 Mtr. Durchmesser incl. Transmission und Aufspannvorrichtung	15·8 „ „

Für eine Drehbank für Locomotivräder bis zu 1·65 Meter Durchmesser	10·7	□Meter	Raum.
Für eine Drehbank zu Wagenräder nebst Transmission und Aufspannvorrichtung	7·2	„	„
Für eine Drehbank mit Leitschrauben zum Schraubenschneiden mit Support 4·2 lang	5·04	„	„
Für eine Drehbank zum Selbstdrehen und Schraubenschneiden	3·78	„	„
Für eine Drehbank mit Räderübersetzung 0·3 Mtr. Spindelhöhe, 1 Auflager, 1 Support	3·78	„	„
Für eine Drehbank mit 0·27 Mtr. Spindelhöhe ꝛc.	3·15	„	„
Für eine Drehbank mit 0.21 Mtr. Spindelhöhe .	2·16	„	„
Für eine Drehbank mit hölzernen Wangen 0·21 Spindelhöhe	2·16	„	„
Für eine Drehbank mit Räderübersetzung, hölzernen Wangen und Support	4·89	„	„
Für eine große Drehbank zum Schraubenschneiden mit Spindelstock und Support	8·19	„	„
Für eine große Hobelmaschine 4·35 Mtr. Banklänge	15·12	„	„
Für eine kleine Hobelmaschine	2·02	„	„
Für eine Feilmaschine mit Kreisbewegung . . .	2·97	„	„
Für eine Fräßmaschine	0·81	„	„
Für eine große Stoßmaschine	5·76	„	„
Für eine kleine Stoßmaschine	1·08	„	„
Für eine große Bohrmaschine	1·35	„	„
Für eine Achsenlagerbohrmaschine	2·97	„	„
Für eine Maschine zum Ausbohren der Locomotivcylinder	2·16	„	„
Für eine Schraubenschneidmaschine	2·52	„	„
Für eine Mennigreibmaschine	0·81	„	„
Für eine Farbenreibmaschine	0·9	„	„
Für eine hydraulische Presse zum Auf- und Abziehen der Räder von den Achsen	3·6	„	„

In Ermangelung eines größeren Etablissements für Maschinenbau sind noch nöthig:

1 Flammofen für das Aufziehen der Radreife.

1 Schwanzhammer zum Schmieden schwerer Stücke und

1 Schweißofen hierzu.

1 Circularsäge.

Weiter sind erforderlich:

e) Ein Local für die Schmiedwerkstätte.

f) Ein Local für einen Werkstätteaufseher, am besten zwischen den beiden vorhergehenden Werkstätten gelegen.

g) Eine Werkstätte für Schreiner und Modelleurs.

h) Ein Local, um die zu verarbeitenden Materialien, als Eisen, Holz u. a. m. für Fertigung der Reparaturarbeiten, Unterhaltung der Bahn sowie für den Transportdienst, aufbewahren zu können, mit einem kleinen Bureau für den Materialverwalter. Sodann ist ein Raum vorzusehen für Reservestücke zu Locomotiven und Wagen, Weichen, Drehscheiben ꝛc.

Im Allgemeinen können folgende Materialien bezeichnet werden:

A. Für den Transportdienst:

Brennmaterial. Holz, Coaks, Steinkohlen.
Fettwaaren. Talg, Maschinenöl, Knochenöl, Repsöl.
Beleuchtungs- und Heizungsmaterialien für die Stationen und Wagenzüge.
Material zum Reinigen der Locomotive und Wagen.
Material zum Reinigen der Bureaus in den Stationen.

B. Für Unterhaltung des Transportmaterials.

Metallwaaren.

Schmiedeisen von allen Dimensionen.
Walzeisen — Bleche.
Radreife.
Wagenachsen (roh).
Gußstahl.
Federstahl und Schweißstahl.
Stahl-, Eisen-, Messing- und Kupferdraht.
Stahl-, Messing-, Kupfer- und Weißblech.
Eisenguß, Messingguß.
Zinn, Lothzinn.
Zink, Antimon, Blei.
Nägel aller Art.
Drahtstifte.
Schrauben.
Feilen.
Siedrohrringe, Siedröhren.
Bohrer.
Sägenblätter.
Nieten.

Holzwaaren.

Eschen-, Ruschen-, Rothbuchen-, Hainbuchen-, Nußbaum-, Pappel-, Eichen-, Forlen-, Tannen-, Birnbaum-, Birken-Dielen. Rahmenschenkel, Latten, Mahagoniholz, Stangen, Pfähle, Schwarten, Holzschaufeln, Pickel- und Hauenstiele, Besen- und Hammerstiele, Feilen, Drehhackenhefte, Coakskörbe, Reisigbesen, Pufferscheiben, Wagenschwellen.

Fettwaaren.

Leinöl, Repsöl, Lampenöl, Terpentinöl.

Brennmaterial.

Holzkohle, Schmiedgries, Steinkohle, Coaks.

Sonstiges Material.

Hanf, Werg, Pinsel, Bürsten, Pechkränze, Schwämme, Schmirgel, Glaspapier, Bimsstein, Glasröhren für Maschinen, Dochte, versch. Leder, Spitzstränge, Seile, Schleifsteine, Abziehsteine, Mennigkitt, Kali, Borax, Salmiak, Schwefelblüthe, Schwefel in Stangen, Kreide, Leim, Pfeifenerde, Tuch- und Seidenzeug für Wagen, Firniß, Farben aller Art.

Für Unterhaltung der Bahn sind noch gewisse Werkzeuge nöthig: als Stopfhacken, Taf. XXXVIII., Fig. 19, 20 und 21, Hebeisen, Fig. 28, Brechstangen, Fig. 30, Spurmaß, Fig. 32, Klobenzieher, Fig. 29, Geißfuß, Fig. 33, Handrammen, Fig. 23, Schneeschaufeln von Holz, Hämmer und Schlegel verschiedener Art, Fig. 24—27, Bleiwaage und Setzlatte, Fig. 22, eine Schienenbiegmaschine, Fig. 17—17 c.

i) Ein Feuerlöschrequisitenmagazin.

Für die Localitäten h und i wird dann ein besonderes Gebäude aufgeführt, wenn die Vorräthe bedeutend sind.

k) Eine Wagenreparaturwerkstätte.

l) Eine Locomotivreparaturwerkstätte, sog. Montirungswerkstätte.

Die sub k und l angeführten Localitäten werden häufig auch mit den Locomotiv- und Wagenremisen verbunden, indem man daselbst eine entsprechend große und heizbare Abtheilung bildet. Immerhin sind die Remisen in der Nähe der entsprechenden Werkstätten, oder umgekehrt die letztern in die Nähe der Remisen zu stellen. Taf. XXVII., Fig. 1, und Taf. XXVIII., Fig. 2.

Im Interesse des Betriebsdienstes ist es ferner, wenn mit den Werkstättegebäuden eine Wohnung für den Werkmeister verbunden wird.

§. 100.

Coaksschuppen.

Wenn zum Betrieb einer Eisenbahn die Coaksfeuerung bedingt ist, so wird es in den meisten Fällen nothwendig sein, auf den schicklich gelegenen Hauptstationen Vorräthe von Coaks zu halten und diese unter Dach zu bringen, d. h. Coaksschuppen zu errichten.

Die Größe dieser Coaksschuppen richtet sich nach dem Verbrauche der Coaks, also nach der Größe des Verkehrs und der Anzahl der Magazine auf einer Bahn. Ist aus der täglichen Anzahl der Züge auf einer Bahn, aus dem Verbrauch an Coaks während einer Fahrt, der tägliche Verbrauch berechnet, so wird es leicht sein, hiernach die Größe des Schuppens zu bestimmen. Es ist hierbei nur zu wissen nöthig, wie viel Wochen oder Monate die Vorräthe ausreichen sollen, und daß ca. 5 Cubikfuß einen Centner oder 1 Cubikmeter 370 Kilogr. wiegen, sowie daß es zweckmäßig ist, die Coaks nicht höher als 3 bis 3·4 Mtr. hoch auf einander zu schichten.

In manchen Gegenden kann es auch vortheilhaft erscheinen, besondere Coaks-Brennereien anzulegen. Diese sind alsdann mit den Coaksschuppen zu vereinigen.

Sowohl die Coaksschuppen als auch insbesondere die Brennereien sind stets etwas entfernt von den übrigen Localitäten der Hauptstation aufzustellen, wie dieß z. B. bei den Stationen Harburg und Braunschweig, Taf. XXIX., zu ersehen ist.

Wird Holz zu Feuerungsmaterial benutzt, so bedarf dieses zu seiner Aufbewahrung keine besonderen Magazine, sondern kann im Freien aufgesetzt werden.

§. 101.

Güterschuppen bei Hauptstationen.

Hinsichtlich der Stellung der Güterschuppen gilt außerdem, was hierüber bereits bei den Zwischenstationen gesagt worden ist, noch folgendes:

Die zweckmäßigste Lage des Güterschuppens ist in der Regel an der der Stadt zugekehrten Seite des Bahnhofes an dem Ende desselben, welche der Richtung zugekehrt ist, nach der hin der größte Verkehr stattfindet, und zwar aus folgenden Gründen:

1) Wenn der Schuppen an der Stadtseite der Geleise liegt, brauchen die meisten Fuhrwerke beim Bringen und Abholen der Güter nicht über die Schienen zu fahren.
2) Da die Güterzüge mehrfach zugleich Personen mit befördern, so fahren diese regelmäßig auf dem Hauptgeleise vor dem Perron an und können daher, wenn der Güterschuppen auf derselben Seite mit dem Hauptgebäude liegt, die am Güterschuppen beladenen Wagen den Zügen in der kürzesten Zeit und mit dem geringsten Kraftaufwande angehängt und die angehängten Wagen nach dem Schuppen gebracht werden, während diese Operation viel mehr Kraft und Zeit erfordert, wenn der Güterschuppen auf der von der Stadt abgekehrten Seite der Geleise liegt.
3) Da an der nach der Stadt zugekehrten Seite des Bahnhofes wegen des Hauptgebäudes jedenfalls doch eine breitere Fläche an Grund und Boden erworben werden muß, so wird diese Fläche zu dem Güterschuppen und dessen Zufuhrwagen besser benutzt; man braucht daher auf der von der Stadt abgekehrten Seite der Geleise nur eine geringe Breite zu erwerben, welche bei weitem nicht ausreichen würde, wenn man den Güterschuppen auf jener Seite erbauen wollte.
4) Legt man den Güterschuppen an die Stadtseite der Geleise, so bleibt die andere Seite des Bahnhofes auf den meisten Zwischenbahnhöfen frei von Gebäuden; dadurch wird eine Vermehrung der Schienengeleise nach jener Seite hin möglich, wenn eine Vergrößerung des Verkehrs dieses erforderlich machen sollte, während eine solche Vermehrung der Geleise sehr beschränkt ist, wenn der Güterschuppen an jener Seite steht

und daher die einmal angenommene Zahl von Geleisen zwischen dem Hauptgebäude und dem Güterschuppen angenommen werden kann.

Bei einer sehr bedeutenden Ausdehnung des Güterverkehrs auf einer Station wird es in der Regel vortheilhafter erscheinen, einen gänzlich von dem Personenverkehr getrennten Güterbahnhof zu etabliren, und denselben mittelst Geleisen sowohl mit der Hauptbahn als auch mit dem Personenbahnhof in Verbindung zu setzen. Während daher bei einer Hauptstation mit wenig Güterverkehr der Güterschuppen so angeordnet werden kann, wie auf dem Bahnhofe zu Freiburg, Fig. 1, Taf. XXVII., so bedarf es bei einem bedeutenden Güterverkehr einer Absonderung des Güterbahnhofs von dem Personenverkehr, wie bei dem Bahnhofe zu Lauda. Fig. 1, Taf. XXVIII.

Im ersten Falle ist mit dem Güterschuppen ein kleines Zimmer für den Expeditor zu verbinden; im letzten Falle dagegen sind Lokalitäten für Expedition, Kasse, Packer, Wächter und öfters auch für ein Zoll- oder Steuerbureau erforderlich.

Es versteht sich wohl von selbst, daß außer den Gebäuden für die Güterablagerung auch noch Remisen für Transportwagen und Gütermaschinen erforderlich werden, und daß man auf eine getrennte Lagerung der ankommenden und abgehenden Güter Rücksicht zu nehmen hat, was entweder durch Errichtung besonderer Güterschuppen oder durch Abtheilung der Lagerpritschen geschehen kann; in allen Fällen muß jedoch die Anordnung getroffen werden, daß man nicht gehindert ist, jederzeit geladene Bahnwagen aus dem Wagenschuppen herauszunehmen und zur Ladung bestimmte in denselben einzuführen, ohne andere in Ladung begriffene Wagen vorerst zur Seite bringen zu müssen.

Die Verladeplätze und übrigen Einrichtungen anlangend, so gilt für dieselben im Allgemeinen das Nämliche, was bereits hierüber bei den Zwischenstationen bemerkt worden ist.

§. 102.

Auch bei Hauptstationen hat man für eine entsprechende Einfriedigung zu sorgen, welche einfach und harmonisch mit den Bahnhofgebäuden gehalten werden sollte.

Die Bahnhofgebäude selbst sollen ein der Sache würdiges Aeußere haben, dabei nicht zu einfach, aber auch nicht überladen sein; die innere Eintheilung derselben muß dem Zwecke entsprechen, und es sind alle die nöthigen innern Einrichtungen möglichst einfach, geschmackvoll und unter steter Berücksichtigung des Kostenpunkts in Ausführung zu bringen.

§. 103.

Verschiedene Dispositionen ausgeführter Hauptstationen.

Wenn es irgend einen Zweig der Eisenbahnbaukunde gibt, in welchem noch vieles zu lernen und noch manche Erfahrung zu machen ist, so ist es die Disposition der Bahnhöfe. Von ihr hängt vorzugsweise die Bequemlichkeit

2) Der Güterschuppen wäre zweckmäßiger zum Theil unmittelbar an den Quai gebaut, um ein Entlöschen der Schiffe unmittelbar in den Schuppen möglich zu machen, und dadurch die Güter vor Regen zu schützen, sowie Arbeitskräfte zu ersparen. Diesem Uebelstande wird bei weiterer Entwicklung des Verkehrs unzweifelhaft durch die Erbauung eines Güterschuppens am Quai abgeholfen werden müssen.
3) Der Schuppen für Reservecoaks würde zweckmäßiger unmittelbar mit der Coaksbrennerei verbunden sein, um dadurch ein doppeltes Aufladen der Coaks zu verhindern.
4) Das Steuerbureau ist zu klein.
5) Das Wartezimmer auf der Seite der ankommenden Züge wird als solches nicht benützt, da die ankommenden Reisenden durchgängig sogleich in die Stadt oder zu den Dampfschiffen eilen; es ist daher überflüssig.

Die nöthige Erklärung des Grundrisses ist auf der Taf. XXIX. gegeben.

Bahnhof zu Braunschweig. Taf. XXIX., Fig. 2.

Folgende Erläuterung zu dem Situationsplane macht jede weitere Erklärung überflüssig:

A, A, A ist die Wallpromenade, welche die Stadt eng einschließt, und durch drei über den Ockerfluß führende Brücken mit dem Bahnhofe in Verbindung steht.

B, B ist der Ockerfluß, welcher mit einem Arme den Bahnhof in zwei Theile theilt, so daß der Personenverkehr mit der Gepäck-, Steuer- und Postexpedition von dem übrigen Betriebe getrennt ist.

D, D sind Straßen, welche die Stadt mit den Güterexpeditionen und Steinkohlenschuppen verbinden.

E, E sind zwei Fahrbrücken über den Ockerfluß, zur Verbindung der Stadt mit dem Bahnhofe, und F ist eine Brücke für Fußgänger zum gleichen Zwecke.

G, G ist ein freier Platz für das Publikum.

H ist ein älteres Wohngebäude, zum Abbruche bestimmt.

J, J ist das Hauptstationsgebäude, enthaltend:

I. Ein Restaurationsgebäude, bestehend aus einem Souterrain mit Küche, Backofen, Weinkeller, Domestikenlokal, Brunnen ꝛc., einem unteren Stocke mit

a, a zwei Speisesälen mit Büffets;
b einem Vestibül;
c einem Kaffeezimmer mit Fenstern zur Aussicht in die Halle;
d, d zwei Durchgängen, von der Halle in's Freie führend;

einem zweiten Stocke, welcher in der Mitte einen Saal für das Publikum mit einem Balkon nach der innern Halle, und einem freien Corridor auf der Seite des Vestibüls; auf dem östlichen Theile die Wohnung des Restaurateurs und im westlichen Theil die Bureau-Lokale der Eisenbahn-Commission enthält.

Einem halben Stocke im Dache mit kleineren Gemächern, theils von der Eisenbahn-Commission als Archive, theils von dem Restaurateur benutzt.

II. Den westlichen Theil, nebst einem Pavillon auf der Südseite, mit

a, a, a drei Wartlokalen;
b einem Portierzimmer;
c einem Lokal für die Billeterpedition;
d einem Zimmer für den Oberconducteur und Wagenmeister;
e, e zwei Zimmer für die Posterpedition;
f, f, f 5 Piecen für die Expedition des abgehenden Reisegepäcks, verbunden mit der Steuerabfertigung;
g Lokal der Gepäckträger, zugleich Durchgang für Beamte;
h Lokal der Hauptkasse;
i, i Säulenhalle;
k Rotunde mit Kuppel;

der südliche Pavillon enthält im zweiten Stocke die Bureaus der Bahnverwaltung.

III. Den östlichen Theil mit einem auf der Südseite liegenden Pavillon;

a Steuerexpedition des ankommenden Reisegepäcks;
b, b Säulenhalle;
c südlicher Pavillon, im untern Stockwerk Wohnung des Bahnhofaufsehers, im zweiten Stock Wohnung des Bahndirektors;

IV. Halle; darin 3 Fahrgeleise, von denen das östliche für die ankommenden, das westliche für die abgehenden Züge, das mittlere zur Reserve bestimmt ist; alle drei Geleise werden an beiden Seiten, und am nördlichen Ende von

a' a' a' 3 zusammenhängenden Perrons umschlossen; sie werden ferner durch eine Schiebebühne b, für Locomotive und Tender verbunden.

K. Eisenbahnbrücke.

Der zweite Theil des Bahnhofes enthält außer den drei Hauptgeleisen die verschiedenen Nebengeleise und die zur Verbindung sämmtlicher Geleise erforderlichen Ausweichungen und Durchkreuzungen. Auf der östlichen Seite der Bahnen liegt:

A das Maschinenhaus mit vier Geleisen, welche über versenkten Gruben liegen, aus welchen Ableitungskanäle abgehen.

a, a, a, a Putz- und Heizräume. Auf der westlichen Fronte befindet sich ein Anbau mit Souterrain. Im Souterrain liegt

1 Keller, Niederlage für Oel 2c.;
1 Raum für den Kessel der stehenden Dampfmaschine;
1 Raum für einen Brunnen, welcher sein Wasser mittelst eines Kanals empfängt, und für zwei Wasserpumpen.

Im ersten Stock hat der Anbau 5 Räume.

1 und 5, Lokale für Koaksausgabe;
2 und 4, Lokale für Lokomotivführer und Heizer;
3 Lokal für eine stehende Dampfmaschine von 6 Pferden.

Im zweiten Stock befindet sich ein Zimmer des Maschinenmeisters, in der Mitte ein großer Wasserbehälter, welcher durch Circulationsröhren mit dem Dampfkessel der stehenden Maschine in Verbindung steht und durch die überflüssigen Dämpfe gewärmt wird. Vor den Lokalen 1 und 5 stehen Wasserkrahnen, so daß stets gleichzeitig Coaks und Wasser genommen werden können.

Nach der Ostseite zu hat das Maschinenhaus zwei Flügel, in welchen die Werkstätten befindlich. Zwischen beiden Flügeln liegt ein Bassin, in welches durch Faschinen das Flußwasser eindringt, und sich auf diese Weise reinigt. Aus dem Bassin führt ein Kanal in den Speisebrunnen.

Vor dem südlichen und nördlichen Ende des Maschinenhauses liegen zwei große Drehscheiben, auf welche alle Geleise des Maschinenhauses ausmünden, und auf diese Weise mit allen Geleisen des Bahnhofs in Verbindung gesetzt werden.

Dem Maschinenhause gegenüber liegen zwei Wagenschuppen, jeder mit drei Geleisen, und zwischen denselben zwei Drehscheiben.

Weiter südlich auf der östlichen Seite der Hauptgeleise sind 2 Coaksschuppen gelegen. Dieselben sind je in 10 Räume von 2·8 Mtr. Höhe für die Coaksablagerung eingetheilt. Zwischen beiden Schuppen liegt ein Bahnhofgeleise, welches auf die südliche große Drehscheibe führt. Letztere ist auf dem Plane nicht gezeichnet.

Dem Coaksschuppen gegenüber liegt ein Güterschuppen mit einem Souterrain, einem Hauptstocke und einem halben obern Stocke. Der Schuppen hat auf der vordern Seite eine Halle, unter welcher eine Bahn liegt, und eine solche auf der Rückseite, unter welcher die Fuhrwerke aus der Stadt an- und abfahren. Am nördlichen Giebel liegen die Bureaus der Steuerexpedition, am südlichen die Bureaus der Güterexpedition.

Ein zweiter Güterschuppen x sollte noch ausgeführt werden.

n ist ein Weichenwärterhäuschen. Der auf der Westseite des Bahnhofs liegende Holzhof hat eine von der Bauverwaltung getrennte Administration, und steht nur durch ein Bahngeleise mit ersterem in Verbindung.

Bahnhof zu Wien (Wien-Triester-Bahn).

Fig. 1, Taf. XXX. ist der Situationsplan des Bahnhofs, wie derselbe für die ganze Wien-Raaber Eisenbahn s. Z. angelegt wurde. Der Bahnhof befindet sich dicht bei der Stadt Wien, zwischen der Belvedere- und der Favoriten-Linie, und nimmt einen Flächenraum von circa 32000 Quadratklafter ein. Die ganze Fläche hat die Form eines gleichschenklichen Dreiecks. Die zwei gleichen Schenkel stoßen nach der Stadt zu unter beinahe rechtem Winkel zusammen, und ihnen entlang sind die eigentlichen Bahnhöfe für die Bahn nach Preßburg und nach Neustadt, beziehungsweise Triest. Zwischen den beiden kolossalen Personenhallen befindet sich ein schöner freier Raum zum Vorfahren und Aufstellen der Equipagen.

Die hintere Seite dieses Vorplatzes wird von der Terasse eines großen

zweckmäßig sein, die Kalkgruben in die Oekonomiehöfe zu legen, und später zu den erforderlichen Düngergruben zu verwenden.

Die Bauhütte auf dem Bahnhofe, welche gleich anfangs herzustellen ist, muß in die Höhe der künftigen Bahnhofsplanie gestellt werden, damit sie nach Beendigung des Bahnhofs noch einige Zeit stehen bleiben kann. Ist der Bahnhof ziemlich entfernt von der Stadt, so ist mit der Bauhütte ein Bureau für den Ingenieur zu verbinden.

Bezüglich der Ausführung der einzelnen Baulichkeiten dürften folgende Grundsätze aufzustellen sein:

1) Bei Anlage der Geleise auf dem Bahnhofe behalte man im Allgemeinen das für die Bahn angenommene Constructionssystem bei; nur in Wagenschuppen und für Neben-Geleise, die nicht von Maschinen befahren werden, gestatte man leichtere Schienen und überhaupt einen leichtern Oberbau.

2) Hinsichtlich der Radien für die Krümmungen und Ausweichungen halte man sich an die früher angegebenen Regeln.

3) Sämmtliche Weichen sollen selbstwirkend sein und einlegbare Zungen haben. Gußtheile meide man gänzlich. Die Weichen sind mit Rücksicht auf den künftigen Betrieb so anzuordnen, daß sie möglichst wenig Bedienung brauchen.

4) Dieselbe Sorgfalt als den Weichen, sollte der Ausführung der Kreuzungen gewidmet werden. Am besten werden dieselben ganz aus Gußstahl oder aus Gußstahlschienen construirt, und damit sie im Voraus angefertigt und für vorkommende Auswechslungen in Reserve gehalten werden können, erscheint es angemessen, bestimmte Halbmesser für die Weichen festzustellen, und die Kreuzungsstücke diesen entsprechend anzunehmen.

Die Spurweite bei einer Kreuzung nehme man etwas kleiner an, als in den übrigen Theilen der Weichen, damit keine Stöße in den Fahrzeugen vorkommen. Die Entfernung der Zwangsschiene von dem Kreuzungsstück richtet sich nach der innern Weite der engsten Räderpaare.

5) Die Drehscheiben und Schiebebühnen construire man aus Schmiedeisen; nur bei kleinern Drehscheiben, welche zum Drehen von vier- oder sechsrädrigen Wagen dienen, gestatte man gußeiserne Träger. Sehr wesentlich ist die Fundamentirung einer Drehscheibe. Dieselbe besteht gewöhnlich aus einem ringförmigen Bruchsteinmauerwerke, welches auf festem Grunde oder auf Béton ruht. Das Auflager des Mittelzapfens geschieht auf einen Pfeiler von Sandquadersteinen, oder wenn dieß zu kostspielig, auf ein gußeisernes Kreuz. Der die Drehscheibe einschließende Ring ist entweder ganz von Quadern oder von Ziegelmauerwerk und oben mit einem Ringe von Eisen oder Eichenholz abgedeckt.

Das in den Mauerkranz eindringende Regen- und Schneewasser durch einen kleinen Kanal abgeleitet werden.

stehende Gebäude ist ein Administrationsgebäude, und enthält außer dem Bureau noch eine Wohnung des Maschinenmeisters.

Alle Gebäude liegen auf einem 13 Fuß hohen Damm. Hieraus geht schon hervor, daß die Gewinnung der bedeutenden Wassermenge zur Speisung der vielen von Wien abgehenden Trains nicht geringe Schwierigkeiten verursachte. Es blieb nichts anderes übrig, als den Wasserbedarf von der Maschinenwerkstätte her zu beziehen, wo es durch die beiden ohnedieß im Betrieb stehenden Dampfmaschinen in ein Reservoir gehoben wird, welches mit der Wasserstation durch eine Röhrenleitung in Verbindung steht. Im Winter wird das Speisewasser in der früher angegebenen Weise erwärmt. Gegenüber dem Ingenieurbureau ist eine kleine Rampe zum Aufladen der Equipagen auf die Bahnwagen. Ganz getrennt von dem Aufnahmsgebäude ist die Maschinenwerkstätte, und auf jeder Seite dieser letztern eine Wagenremise.

Betrachten wir das Geleisesystem des eigentlichen Bahnhofs, so finden wir in der Einsteighalle bis zur Auffahrt 4 Hauptbahnen und 5 Verbindungsbahnen. In der Halle sind 2 große Drehscheiben, welche zum Drehen der Wagen und Uebersetzen derselben aus einem Geleise in das andere benutzt werden. Hinter der Halle sind noch 2 Geleise, wo die Frachtwagen aufgestellt und die Waaren auf- und abgeladen werden. Bis an das Ende der Halle bei K liegen sie im Niveau des natürlichen Terrains; von hier jedoch beginnt eine Rampe von $^1/_{27}$ und $^1/_{30}$ Steigung, und geht bis an das Ingenieur-Gebäude, wo sie die Höhe der Bahn erreicht. Diese bedeutende Steigung wird ebenfalls mit Dampfwagen befahren, allein die ihnen angehängte Last besteht gewöhnlich nur aus einem oder zwei Frachtwagen. Die Bestimmung der Bahnen auf der Wasserstation geht aus deren Anlage hervor.

Auf der hinter den Gebäuden laufenden Bahn steht gewöhnlich die Reserve-Maschine; noch eine Bahn, die sich von dieser aus verzweigt und in sehr starker Neigung längs der Böschung des Dammes läuft, dient zum Aufstellen von Erd- und Schotter-Transportwagen.

Bahnhof zu Baden auf derselben Bahn.

Der kostspieligste Bahnhof nach dem Wiener ist der zu Baden. Fig. 9. Er liegt auf einer 18 Fuß hohen Auffüllung, welche eine obere Breite von 100 Fuß und eine Länge von 702 Fuß hat. Wie bei dem Wiener Bahnhof ist die Auffahrt für Wagen, welche auf der Bahn weiter transportirt werden sollen, durch eine Rampe hergestellt.

Wir bemerken 4 Gebäude, das eine ist das Administrationsgebäude und enthält unter dem Bahnniveau: Vestibül, Kasse und Gepäckexpedition, sodann auf der einen Seite mehrere Gewölbe zu Magazinen, auf der andern Wirthschaftslokale; der obere Stock enthält ein Vorzimmer, Wartsaal und Wohnung für einen Ingenieur. Das Gebäude hinter dem eben beschriebenen Administrationsgebäude bildet die Wasserstation, und enthält unten Magazine,

b) Daß leichte interimistische Gebäude überhaupt nicht genügen, indem sie gegen Wind und Wetter, gegen Staub und gegen Feuersgefahr nicht denjenigen Schutz gewähren, den man für die kostbaren Betriebsmittel verlangen muß. Maschinen und Wagen werden schneller zu Grunde gerichtet und die Folge davon ist also wieder großer Geldverlust.

Die provisorischen Werkstätten und Bureaus lassen sich im Winter nicht gut erwärmen, wodurch der Dienst beeinträchtigt und viel Brennmaterial verschwendet wird.

c) Daß den Reisenden solche Anlagen nicht die Bequemlichkeit und Annehmlichkeit gewähren, die sie auf andern Bahnen gewohnt sind und die sie bei Bezahlung gleicher Fahrpreise mit Recht beanspruchen können.

d) Daß durch die Ausführung der definitiven Gebäude während des Betriebs sowohl für den Bau als für den Betriebsdienst manche Schwierigkeiten und Unzuträglichkeiten herbeigeführt werden.

12) Es sollte stets darauf gehalten werden, daß zu den Hochbauten nur gute Materialien verwendet werden, denn in der Wahl guter Materialien und solider Arbeit liegt die wahre Sparsamkeit.

13) Nur bei Stationen, die möglicherweise durch die Einmündung einer zweiten Bahn mehr Ausdehnung erhalten, sind interimistische Hochbauten gerechtfertigt.

§. 105.

Technische Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen über den Bau und die Betriebseinrichtungen der Eisenbahnen. 1866.

b. Bahnhofs-Anlagen.

Anschlußstationen.

§. 50. Treffen zwei Bahnen verschiedener Verwaltungen an ihren Endpunkten zusammen, so sind, wenn eine vollständige Vereinigung in einem Bahnhofe nicht zulässig ist, die Bahnhöfe unmittelbar nebeneinander und in gleichem Niveau anzulegen. Zwischen beiden, besonders zwischen den Güterstationen, sind bequeme Schienen-Verbindungen herzustellen.

§. 51. Bei Abzweigungen von Bahnen ist ein gemeinschaftlicher Bahnhof zu empfehlen. Derselbe ist in der Regel zweckmäßig so einzurichten, daß das Empfangsgebäude sich zwischen beiden Bahnen befindet und die auf beiden Seiten liegenden Perrons in unmittelbarer Verbindung stehen.

Die Bedachung des Perrons oder die Erbauung von Hallen daselbst wird dringend empfohlen.

Kopfstationen.

§. 52. Sowohl für gemeinschaftliche Bahnhöfe wie für Bahnarme derselben Verwaltung sind Kopfstationen soviel wie irgend möglich zu vermeiden.

Zwischenstationen.

§. 53. Von den Zwischenstationen müssen die folgenden drei Bedingungen erfüllt werden:

die Drehscheiben, die Schiebebühnen, die Trottoirs, Verladeplätze, Pflasterungen, Reinigungsgruben, Entwässerungsgräben, Abfallöcher, Brunnen, Einfriedigungen, mit den Thoren, sowie die Gebäude mit ihren vollständigen Grundrissen eingetragen sind, auf welchem ferner die erforderlichen Querprofile gezeichnet, und sämmtliche Hauptpunkte mit Zahlen als Abscissen und Ordinaten gegen die Bahnhofachse festgelegt werden.

Nur mit Hülfe eines solchen Grundplanes ist es möglich, die Arbeiten regelrecht anzugreifen, und mit möglichster Zeitersparniß und Oekonomie durchzuführen.

Mit der Aussteckung und Festlegung der ganzen Bahnlinie liegt auch in der Regel die Achse des Bahnhofes fest. Diese ist nun zunächst durch solide Pfähle am Anfange und Ende des Bahnhofs, sowie etwa alle 30 Meter zu bezeichnen, und es dienen diese Pfähle später als Fixpunkte für die weitere Absteckung und Höhenlage der Stationsgebäude ꝛc.

Ist der für die Planie des Bahnhofs auszuführende Auf- oder Abtrag nicht zu bedeutend, so ist es sehr zweckmäßig, diese Pfähle gleich in die richtige Bahnhofshöhe, und zwar in die Höhe des Schienenkopfes zu setzen.

Liegt der ganze Bahnhof im Abtrage, so ist vor Allem die Planie desselben erst abzutragen, und muß dabei sogleich das richtige Querprofil mit Berücksichtigung der Beschotterung, Pflasterung, der Bettungsgräben ꝛc. hergestellt werden.

Liegt der Bahnhof dagegen im Auftrage, oder theilweise im Abtrage, so ist vor dem Angriffe der Erdarbeit eine vollständige Aussteckung des Bahnhofs vorzunehmen.

Nicht allein die Ecken der sämmtlichen Gebäude müssen durch feste Pfähle bezeichnet werden, sondern auch die Drehscheiben, Verladeorte, Perronmauern, Reinigungsgruben ꝛc. sind durch Pfähle zu markiren, damit das Bild des ganzen künftigen Bahnhofs klar vorliegt, beim Ausführen der Erdarbeiten jeder Aufseher die Anordnung übersehen und den ertheilten Instructionen zur Vermeidung jeder unnöthigen Erdarbeit nachkommen kann.

In der Regel wird es zweckmäßig sein, den Auftrag des Bahnhofs anfangs nicht gleich vollständig auszuführen, vielmehr erst nach und nach mit dem Fortschreiten der Gebäude ꝛc. herzustellen.

Nicht unwesentlich ist die Ablagerung der Baumaterialien. Es erscheint zweckmäßig, in den Specialgrundriß des Bahnhofs eine vollständige Disposition der Materiallagerung für jedes Gebäude ꝛc. und die übrigen Baulichkeiten vorher einzuzeichnen. Daß es dabei in der Regel gut sein wird, die Kalkgruben für einige Gebäude in der Nähe des zuerst auszuführenden Brunnens bei dem Hauptgebäude, und die Kalkgruben für die Wasserstationen neben den für diese erforderlichen und ebenfalls gleich anfangs anzulegenden Brunnen, und zwar so zu projectiren, daß dieselben später weder in Gebäude noch unter Schienengeleise, Drehscheiben ꝛc. zu liegen kommen, bedarf wohl keiner weitern Auseinandersetzung. Zuweilen dürfte es auch

b) Daß leichte interimistische Gebäude überhaupt nicht genügen, inde sie gegen Wind und Wetter, gegen Staub und gegen Feuersgefa nicht denjenigen Schutz gewähren, den man für die kostbaren B triebsmittel verlangen muß. Maschinen und Wagen werden schnell zu Grunde gerichtet und die Folge davon ist also wieder groß Geldverlust.

Die provisorischen Werkstätten und Bureaus lassen sich i Winter nicht gut erwärmen, wodurch der Dienst beeinträchtigt u viel Brennmaterial verschwendet wird.

c) Daß den Reisenden solche Anlagen nicht die Bequemlichkeit u Annehmlichkeit gewähren, die sie auf andern Bahnen gewohnt si und die sie bei Bezahlung gleicher Fahrpreise mit Recht beanspr chen können.

d) Daß durch die Ausführung der definitiven Gebäude während des B triebs sowohl für den Bau als für den Betriebsdienst manche Schwi rigkeiten und Unzuträglichkeiten herbeigeführt werden.

12) Es sollte stets darauf gehalten werden, daß zu den Hochbauten n gute Materialien verwendet werden, denn in der Wahl guter Materi lien und solider Arbeit liegt die wahre Sparsamkeit.

13) Nur bei Stationen, die möglicherweise durch die Einmündung ein zweiten Bahn mehr Ausdehnung erhalten, sind interimistische Hochbaut gerechtfertigt.

§. 105.

Technische Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbah verwaltungen über den Bau und die Betriebseinrichtungen der Eisenbahnen. 1866.

b. Bahnhofs-Anlagen.

Anschlußstationen.

§. 50. Treffen zwei Bahnen verschiedener Verwaltungen an ihren Endpunkten zusamm so sind, wenn eine vollständige Vereinigung in einem Bahnhofe nicht zulässig ist, die Bah höfe unmittelbar nebeneinander und in gleichem Niveau anzulegen. Zwischen beiden, besond zwischen den Güterstationen, sind bequeme Schienen-Verbindungen herzustellen.

§. 51. Bei Abzweigungen von Bahnen ist ein gemeinschaftlicher Bahnhof zu empfehl Derselbe ist in der Regel zweckmäßig so einzurichten, daß das Empfangsgebäude sich zwisch beiden Bahnen befindet und die auf beiden Seiten liegenden Perrons in unmittelbarer V bindung stehen.

Die Bedachung des Perrons oder die Erbauung von Hallen daselbst wird dringend e pfohlen.

Kopfstationen.

§. 52. Sowohl für gemeinschaftliche Bahnhöfe wie für Bahnarme derselben Verwaltu sind Kopfstationen soviel wie irgend möglich zu vermeiden.

Zwischenstationen.

§. 53. Von den Zwischenstationen müssen die folgenden drei Bedingungen erfü werden:

18 Fuß (5,m·5) breit anzulegen. Für Hauptstationen ist eine größere Breite der Perrons zu empfehlen. Befinden sich Säulen darauf, so müssen dieselben mindestens 9 Fuß 5 Zoll (2,m·9) von der Mitte des nächsten Geleises abstehen. An die Seite der Halle für ankommende Züge schließt sich die Gepäck-Ausgabe und nöthigenfalls eine Zollabfertigung an. Auch auf dieser Seite sind bedeckte Abtritte nöthig.

Namen der Stationen.

§. 82. Der Name der Station ist mit großen deutschen Buchstaben, vom Perron aus sichtbar, anzugeben. Zweckmäßig ist es, auch die Entfernungen von den nächsten Hauptstationen beizufügen.

Bahnhofsuhr.

§. 83. Auf größeren Stationen muß vom Zugange zum Bahnhofe und von den haltenden Zügen aus eine Uhr sichtbar sein.

Feuerspritze.

§. 84. In jedem Bahnhofe ist für einen Raum zur sichern Aufbewahrung einer Feuerspritze zu sorgen.

Wasserstationen.

§. 85. Auf jedem Bahnhofe, wo nur eine Wasserstation vorhanden ist, muß für besondere Fälle für Reserve-Wasser durch einen zweiten Brunnen, eine Cisterne oder Wasserleitung gesorgt werden.

§. 86. Die Wasserleitungsröhren von den Wasserbehältern zum Wasserkrahn sollen mindestens 6 Zoll (150 m.m.) lichten Durchmesser haben.

§. 87. Aus den Ausgußröhren muß das Wasser vollständig abgelassen werden können.

Löschgruben.

§. 88. Die Senkgrube zum Reinigen der Roste ist in den Hauptgeleisen so anzulegen, daß diese Arbeit erfolgen kann, während die Maschine Wasser und Brennmaterial einnimmt.

Vieh- und Wagen-Rampen.

§. 89. Die an einem Nebenstrange liegende Equipagen- und Viehrampe ist 3 Fuß 8 Zoll (1,m·12) hoch über Schienenoberkante und mit einer Neigung von höchstens $^1/_{12}$ so anzulegen, daß der Wagen sowohl vom Ende als auch von der Seite beladen werden kann.

Locomotivschuppen.

§. 90. Jede Locomotive soll so viel Raum erhalten, daß man bequem an allen Seiten arbeiten kann. Im Locomotivschuppen müssen große Fenster bis nahe auf den Fußboden reichen. Zwischen den Schienen sind Senkgruben von $2^1/_2$ bis $2^3/_4$ Fuß (750=850 m.m.) Tiefe mit Trittstufen an beiden Enden erforderlich, welche durch unterirdische Kanäle entwässert werden.

§. 91. Mindestens zu zwei hintereinanderstehenden Locomotiven gehört ein besonderes Ausfahrtsthor von mindestens 15 Fuß 9 Zoll (4,m·8) Höhe und 11 Fuß (3,m·35) Breite.

§. 92. Vor den Ausfahrtsthoren der Schuppen für diensthuende Locomotiven sind gut entwässerte Löschgruben anzulegen.

§. 93. Im Schuppen soll eine Rohrleitung liegen, welche durch einen Schlauch mit jeder Locomotive in Verbindung gebracht werden kann. Ein mit Vorwärmer versehener Wasserbehälter in etwa 17 Fuß (5,m·2) Höhe über dem Fußboden soll mit der Rohrleitung in Verbindung stehen.

Auch Wasserkrahne sind im Innern des Gebäudes oder außen an demselben zweckmäßig.

§. 94. Hölzerne Theile des Dachverbandes im Schuppen sollen über dem Standpunkte der Schornsteine mindestens 19 Fuß (5,m·8) hoch über den Schienen liegen.

§. 95. Für die Abführung des Rauches und Dampfes ist durch Röhren, Klappen oder bewegliche Fenster im Dachfirst zu sorgen.

weit aufgeschlagen und sind dieselben so zu construiren, daß die innere Seite des Radkranzes die Zungen niemals berühren kann.

§. 65. Einfallhacken bei selbstwirkenden Weichen sind unzulässig. Die Gegengewichte sind in der Regel zum Umlegen einzurichten und die Zwangsschienen mit einem möglichst schlanken Einlauf zu construiren.

§. 66. Ausweichungen mit beweglichen Schienen anstatt der Zungen sollen in Geleisen für durchgehende Züge nicht vorkommen.

§. 67. Ausweichungen für drei Schienenstränge sind in Hauptgeleisen zu vermeiden.

§. 68. Die Zahl der Weichen, bei welchen die Züge gegen die Spitze fahren, ist möglichst zu beschränken.

Drehscheiben und Schiebebühnen.

§. 69. Auf allen Locomotivstationen ist mindestens eine Drehscheibe nothwendig. Dieselbe soll eine solche Größe haben, daß Locomotive und Tender (verbunden) darauf umgewendet werden können, wozu mindestens 38 Fuß (11,m.6) gehören.

§. 70. Die Hauptträger der Drehscheiben für die Locomotiven sollen von Schmiedeisen oder Stahl construirt werden.

§. 71. Dreh-Kurven werden nicht befürwortet.

§. 72. Schiebebühnen für Locomotiven sollen aus Schmiedeeisen oder Stahl construirt sein. Hölzerne Schiebebühnen für Wagen sind zuzulassen. Die Gruben dürfen nicht über 18 Zoll (460m.m.) tief sein.

§. 73. In durchgehenden Geleisen sind Drehscheiben und Schiebebühnen mit versenkten Geleisen unzulässig.

Perrons.

§. 74. Hohe Perrons sind ferner nicht anzulegen.

§. 75. Die Höhe des Perrons darf nicht über 15 Zoll (380m.m.) über Schienenoberkante betragen, um die Achsen schmieren und nachsehen zu können.

§. 76. Haben die Wagen gut angeordnete Tritte, so kann die Höhe der Perrons bis auf 6 Zoll (150m.m.) ermäßigt werden.

Abtritte.

§. 77. Da wo Züge halten, sind am Perron nicht zu entfernte, weithin sichtbar bezeichnete Abtritte und Pissoirs anzuordnen, für deren regelmäßige Reinigung zu sorgen ist. Es ist eine ununterbrochene Wasserspülung der Pissoirs dringend zu empfehlen.

Personen-Stations-Hallen.

§. 78. Für die Ankunft und Abfahrt der Personenzüge sind bedeckte Hallen die beste Einrichtung. In der Halle sind mindestens 3, besser 4 und 5 Geleise anzulegen, damit Reservewagen oder geordnete Züge zum Abgange bereit gestellt werden können.

§. 79. Nächst den Hallen verdienen bedeckte Perrons den Vorzug vor andern Anordnungen.

Empfangsgebäude.

§. 80. Im Empfangsgebäude größerer Stationen sind folgende Räume erforderlich:

Eine geräumige Vorhalle, welche gegen die Straße abgeschlossen werden kann, in Verbindung mit der Billet- und Gepäck-Expedition, und wenigstens zwei Wartsäle mit Restauration, ein Damen- und ein Toilette-Zimmer, ferner ein Bureau für den Bahnhofsvorsteher und ein Telegraphenzimmer.

Die Wartesäle und die Gepäck-Expedition müssen mit den Perrons in directer Verbindung stehen. Im Gebäude selbst oder in directem wo möglich bedachtem Zusammenhange mit demselben sind Abtritte anzulegen.

In der Nähe der Perrons sind für das reisende Publikum zugängliche Trinkbrunnen zu empfehlen.

§. 81. Die Perrons in den Hallen und vor den Stationsgebäuden sind mindestens

für eine Stunde . . . . . 350,882 fl. rh.
„ einen Kilometer . . . . . 168,774 Francs.

Bei den hannover'schen Staatseisenbahnen, welche bis zum Jahre 1852 eine Länge von 46·83 Meilen hatten, betrugen die Anlagekosten

für eine Stunde . . . . . 302,662 fl. rh.
„ einen Kilometer . . . . . 145,580 Francs.

Bei den Braunschweig'schen Bahnen, deren Länge bis zum Jahre 1849 15,89 Meilen betrug, beliefen sich die Kosten

für eine Stunde auf . . . . . 197,915 fl. rh.
„ einen Kilometer . . . . . 86,539 Francs.

Dabei ist die Länge der Dämme von über 1′ Höhe 11·56 Meilen.
die Länge der Einschnitte über 1′ Tiefe . . . . 2·47 „
Mittlere Höhe der Dämme 5·69′ oder . . . . . 1·707 Mtr.
Mittlere Tiefe der Einschnitte 6·74′ oder . . . . 2·022 „
Maximum der Höhe der Dämme 13′ oder . . . 3·9 „
„ der Tiefe der Einschnitte 12′ oder . . 3·6 „

Brücken kommen vor:

a) von und über 12′ oder 3·6 Mtr. Weite 55
b) unter 12′ oder 3·6 Mtr. Weite . . . 155

Die Gesammtweite aller dieser Brücken ist ad a 2255′ oder 676·5 Mtr.
ad b 708′ oder 212·4 „

Bei der Frankfurt-Hanauer Bahn, deren Länge 2,171 Meilen, betrugen die Kosten für die Stunde . . . . . 385,205 fl. rh.
„ einen Kilometer . . . 185,283 Francs.

Bei der Hessischen Ludwigsbahn, deren Länge 6,42 Meilen, betrugen die Anlagekosten im Ganzen 4,609,000 fl., daher auf die Stunde . . . . . 359,000 fl. rh.
für einen Kilometer . . . . . 172,679 Francs.

Bei den belgischen Staatsbahnen, deren Länge 83·7 Meilen, betrugen die Kosten im Mittel für eine Stunde . 465,703 fl. rh.
für einen Kilometer . . . . . 224,003 Francs.

Die Kosten der Großherzoglich badischen Staatsbahn von Mannheim bis Offenburg betragen auf die Wegstunde:

	Von Mannheim bis Heidelberg		Heidelberg Bruchsal		Bruchsal Karlsruhe		Karlsruhe Rastatt		Rastatt Oos		Oos Appenweiler		Appenweiler Offenburg	
Länge nach Stunden	4·25		7·39		4·8		5·4		2·03		7·2		1·75	
Es kostet per Stunde	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.
1. die Ausmessung und Aussteckung des Bahnzugs	723	49	872	56	671	43	825	40	1,142	58	1,649	—	1,073	2
2. Erwerbung des Bodens	42,606	31	42,854	51	35,689	30	43,280	10	59,059	12	92,972	56	56,296	3
3. Planumherstellung	48,729	37	30,509	57	40,763	42	34,275	57	54,148	15	40,984	31	43,965	26
4. Uebergangswerke	5,833	25	9,192	32	21,422	48	16,829	—	82,627	45	36,912	—	28,828	3
5. Unterbau	15,545	4	6,127	41	8,055	27	9,122	43	9,248	37	7,943	56	9,897	35
6. Schienenlager	38,934	—	26,300	2	35,080	41	39,852	6	43,013	29	33,330	36	15,955	25
7. Schienen u. Befestigung derselben	65,658	49	42,398	13	58,758	54	41,958	6	48,643	48	40,881	33	44,747	22
8. Gebäude für den Bahndienst	10,884	21	7,897	38	5,533	35	13,341	13	6,347	46	11,854	58	6,907	56
9. Einfriedigung	2,748	56	1,347	28	1,173	21	1,460	43	1,795	46	1,983	48	1,262	43
10. Sonstige Ausgaben	12,283	42	4,974	57	6,139	11	4,045	58	1,879	52	5,304	6	2,045	8
Zusammen	243,948	14	172,476	15	213,288	52	204,991	36	307,907	28	273,817	24	211,578	43

im Mittel per Stunde 232,572 fl. rh., per Kilometer 111,867 Francs.

Die Kosten derselben Bahn von Offenburg bis an die Schweizergrenze betragen per Stunde

	Von Offenburg bis Dinglingen.		Dinglingen Kenzingen		Kenzingen Freiburg		Freiburg Müllheim		Müllheim Grenze.	
Länge nach Stunden	4·04		3·96		5·95		6·38		6·90	
Es kostet die Stunde	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.
1. Ausmessung und Aussteckung des Bahnzugs	1,020	14	1,357	17	739	36	799	6	2,436	41
2. Erwerbung des Bodens	38,985	17	33,958	38	53,318	—	83,019	56	89,999	—
3. Planumherstellung	49,303	2	40,797	39	94,630	6	160,091	38	255,989	42
4. Uebergangswerke	56,318	2	25,323	25	75,889	26	82,435	26	79,594	17
5. Unterbau	13,780	14	12,457	40	13,340	10	17,612	6	17,573	32
6. Schienenlager	33,233	—	33,555	17	41,360	—	38,174	21	40,930	36
7. Schienen und Befestigung	38,098	30	45,933	54	49,710	30	73.124	6	67,486	12
8. Gebäude für den Bahndienst	12,149	24	16,978	42	13,992	38	13,977	26	10,519	17
9. Einfriedigung	2,325	1	2,613	37	2,544	10	1,749	48	1,385	25
10. Sonstige Ausgaben	5,180	6	4,425	36	5,647	48	6,554	36	7,299	—
Zusammen	250,392	50	218,418	42	351,173	4	477,538	29	573,214	12

Zwischen Offenburg und Dinglingen kommen vor: 1 große Brücke; 7 kleinere Brücken und Viaducte; 1 lange Stützmauer; 37 kleine Brückchen und Dohlen; 18 Wegübergänge.

Zwischen Dinglingen und Kenzingen sind: 4 Brücken mittlerer Größe; 2 kleinere Gußbarrenbrücken; 35 verschiedene Brückchen und Dohlen; 25 Wegübergänge.

Zwischen Kenzingen und Freiburg 3 große Brücken; 16 kleinere Brücken und Viaducte; 6 Durchgänge mit gußeisernen Trägern; 155 verschiedene Brückchen und Dohlen; 33 Wegübergänge; 1 Straßencorrection; 5 Fluß- und Bachcorrectionen; 1 Stützmauer.

Zwischen Freiburg und Müllheim sind: 1 große Brücke, 36 kleinere Brücken; 5 kleinere Durchgänge; 90 Brückchen und Dohlen; 23 Wegübergänge; 2 Stützmauern; 1 Straßencorrection; 1 Bachcorrection; Betrieb mehrerer Steinbrüche.

Zwischen Müllheim und Schliengen: 1 größere Brücke und 1 Viaduct; 6 Durchlässe; 20 Dohlen; 7 Wegübergänge; Betrieb mehrerer Steinbrüche.

Zwischen Schliengen und Efringen: 18 größere Brücken; eine 360′ lange Bogenstellung; 44 kleinere Brücken; 11 Wegübergänge; 3 Tunnels.

Zwischen Efringen und Altingen (Grenze): 4 Brücken mittlerer Größe; 4 Dohlen; 12 Wegübergänge.

Hieraus geht hervor, daß die Anlagekosten einer Eisenbahn mit einem Geleise oder hinlänglich breitem Bahndamm für 2 Geleise auf die Stunde betragen:

1) In einer weiten Ebene, wie z. B. in der Rheinthalebene 240,000 fl. rh.
   oder per Kilometer . . . . . 115,440 Francs.
2) Wenn sich die Bahn mehr gegen die Bergseite anschließt und zuweilen größere Einschnitte vorkommen . . . . . 350,000 fl. rh.
   oder per Kilometer . . . . . 168,350 Francs.
3) Wenn sich die Bahn ganz an die Bergwand anlegt, große Stützmauern und Tunnels und bedeutende Erdarbeiten vorkommen 500,000 fl. rh.
   oder per Kilometer . . . . . 240,500 Francs.

Man hat ferner für die einzelnen Dienstgebäude gefunden:

Kosten eines Bahnwartshauses I. Classe . . 300 — 400 fl. rh.
„ „ „ II. „ . . 800 — 2300 fl. „
„ „ „ III. „ . . 2800 — 4000 fl. „

Haltpunkte und Zwischenstationen 30,000 bis 60,000 bis 90,000 fl., je nach der Größe des Dienstgebäudes.

Hauptstationen 200,000 bis 500,000 bis 900,000 fl., je nach der Wichtigkeit des Ortes.

Auf der badischen Bahn haben anfänglich gekostet: die Haltpunkte oder Zwischenstationen:

Langenbrücken	. . . .	27,973 fl. rh.
Bruchsal	. . . . .	70,599 „ „
Durlach	. . . . .	59,883 „ „

Preußische Bahnen.

Bezeichnung der Bahnen.	Länge der Bahn.		Baukosten		
	Meilen.	doppelgeleisig. Meilen.	im Ganzen. Thlr.	davon kommen auf Transportmittel Thlr.	pro Meile. Thlr.
Magdeburg-Leipzig	15·771	15·677	6,300,000	630,695	399,466
Düsseldorf-Elberfeld	3·515	—	2,427,800	300 129	690,697
Berlin-Anhaltische incl. Zweigbahn Jüterbogk-Riesa	30·857	7·750	7,500,000	1,192,897	243,057
Magdeburg-Halberstadt	7·745	4·850	2,400,000	491,416	309,877
Berlin-Stettin	17·852	—	5,624,000	614,563	250,758
Stettin-Stargarder	4·576	—			
Stargard-Posener	22·639	—	5,000,000	658,440	220,858
Rheinische	11·395	8·717	9,500,000	645,075	833,699
Breslau-Schweidnitz-Freiburger	8·829	—	2,100,000	370,876	237,852
Bonn-Kölner	3·894	—	1,166,500	255,492	299,563
Berlin-Potsdam-Magdeburg	19·532	7·072	11,230,000	697,251	574,954
Niederschlesisch-Märkische incl. Zweigbahn Kohlfurt-Görlitz und Verbindungsbahn um Breslau	51·706	—	20,975,000	2,900,000	405,659
Oberschlesische	26·311	9·00	7,950,000	1,719,310	302,155
Niederschlesische Zweigbahn	9·500	0·089	2,000,000	259,048	210,526
Berlin-Hamburg	39·503	19·965	16,153,000	1,398,700	408,906
Wilhelmsbahn	7·128	—	1,450,000	255,739	203,423
Thüringische	25·142	13·177	14,000,000	1,073,412	556,837
Prinz-Wilhelmsbahn	4 311	—	2,000,000	291,226	463,929
Köln-Mindener m. Oberhauser-Ruhrorter und Duisburger Zweigbahn	37·083	11·250	20,174,500	3,092,602	544,036
Münster-Hamm	4·640	—	1,500,000	196,338	323,276
Neiße-Brieger	5·837	—	1,100,000	123,500	188,453
Bergisch-Märkische	7·732	—	6,150,000	693,485	795,396
Magdeburg-Wittenberg	14·200	—	5,679,000	556,015	399,930
Ruhrort-Krefeld-Kreis-Gladbacher	5·560	—	2,112,000	294,345	379,856
Summe der Bahnen i. J. 1852	385·258	97·547	154,491,800	18,710,554	401,009

Transportmittel pro Meile 48,615 Thlr.

Eilfter Abſchnitt.

Geneigte Ebenen und atmoſphäriſche Eiſenbahnen.

Die größten Steigungen, welche man in neueſter Zeit mit 39 Ton. ſchweren Locomotiven befahren hat, betragen 1:45 bis 1:40 auf größeren, und 1:35 bis 1:30 auf kleinern Bahnſtrecken, und es dürften dieſe vorerſt als die größtmöglichen für den Locomotivbetrieb angeſehen werden.

Bedingt eine Localität noch größere Steigungen, ſo werden die obenerwähnten mechaniſchen Vorrichtungen, welche beſonders in der Anlage ſog. ſelbſtwirkender Rampen, oder in der Aufſtellung ſtehender Dampfmaſchinen beſtehen, unabläſſig erforderlich ſein. In beiden Fällen wird man ſich der Seile zum Auf- und Ablaſſen der Züge bedienen, und nennt daher im Allgemeinen dieſe Bahnſtrecken auch „Seilebenen.“

Der Seilbetrieb auf Eiſenbahnen, alſo das Syſtem mit Hülfe ſtehender Dampfmaſchinen oder abwärtsgehender Züge, die als Gegengewichte wirken, die Wagenzüge aufwärts zu bringen, iſt, wie im §. 31 erwähnt, ſeit 1808 in Anwendung, und mithin älter als der Betrieb mit Locomotiven.

Seit dieſer Zeit wurde ſowohl in England wie in Frankreich, Belgien und Deutſchland dieſer Seilbetrieb auf Eiſenbahnen für Perſonen- und Güterverkehr, am meiſten aber auf Kohlenbahnen eingeführt, und hat ſich bei den letztern bis auf den heutigen Tag erhalten. Weniger war dieß bei den Eiſenbahnen für Perſonen- und Güterverkehr der Fall, hier traten verſchiedene Mängel hervor, als Unregelmäßigkeit und Unſicherheit des Betriebs, ſowie zu großer Koſtenaufwand. Zur Beſeitigung dieſer Mängel, namentlich des großen Koſtenaufwandes, entfernte man entweder nur die ſtehende Dampfmaſchine und führte, wenn es äußerſt die Verkehrsverhältniſſe geſtatteten, das Compenſationsſyſtem ein, wobei man alſo mit Hülfe eines herabgehenden Zuges den aufwärtsgehenden in Bewegung ſetzte, oder man entfernte die ganze Einrichtung (Maſchine und Seil), und ließ die Züge, ſofern die Steigung nicht zu groß war, durch ſchwerere Locomotivmaſchinen die ſchiefe Ebene hinaufziehen. Ein Beiſpiel für den erſten Fall liefert die ſchiefe Ebene bei Elberfeld, ein ſolches für den zweiten die ſchiefe Ebene auf der Birmingham-Glouceſter Bahn, auf welcher die erſte Tenderlocomotive Anwendung fand. Wenn auch die Züge auf den ſchiefen Ebenen mit Locomotivbetrieb anfangs nur mit geringer Geſchwindigkeit, etwa 2 bis 3 Mtr., fortbewegt werden konnten, ſo geſtalteten ſich doch die Betriebseinrichtungen ſchon weit einfacher und weniger koſtſpielig, wie bei Anwendung feſtſtehender Maſchinen, und es ließ ſich daher wohl erwarten, daß in wenigen Jahren bei den außerordentlichen Fortſchritten im Baue der Locomotivmaſchinen der Locomotivbetrieb faſt allerorten eingeführt werden wird. Wohl den glänzendſten Beweis für die Fortſchritte im Locomotivbau liefern die neuen Engerth'ſchen Tenderlocomotiven, welche ohne Tendergeſtell ein Geſammtgewicht von 39 Ton., und mit gekuppeltem Tendergeſtell von 56 Ton. haben, und bei mittlerer Witterung und einer Steigung von 1:40 eine Bruttolaſt von 440 Ton., beziehungsweiſe 185 Ton. mit 2 Mtr. Geſchwindigkeit ziehen, ferner die Locomotiven von Thouvenot und Fell.

Der Locomotivbetrieb ist sonach auf Bahnen mit $^1/_{40}$ Steigung, nach den neuesten Erfahrungen (Semmering-Bahn und Brenner-Bahn in Oesterreich) nicht nur gut ausführbar, sondern im Vergleich zum Seilbetrieb auch überwiegend vortheilhafter, und dürfte es selbst dann noch sein, wenn die zu ersteigenden Bahnstrecken eine Steigung von 1 : 35 bis 1 : 30 haben, dabei aber nur kurz sind, und in der Nähe einer Station liegen.

Wenn wir hiernach mit ziemlicher Sicherheit annehmen können, daß die noch im Betriebe befindlichen schiefen Ebenen mit Steigungen von höchstens 1 : 30, in kurzer Zeit frei mit Locomotiven befahren werden, so dürfen wir mit gleicher Sicherheit behaupten, daß der Locomotivbetrieb auf Bahnen von noch größerer Steigung nicht mehr vortheilhaft ist, indem die Schwere den Locomotiv-Maschinen einen so beträchtlichen Theil ihrer Kraft entzieht, daß sie außer dem eigenen Gewichte nur noch eine geringe Last fortzuschleppen im Stande sind, daß vielmehr der Seilbetrieb allein zu annehmbaren Resultaten führen wird.

Um nun einen deutlichen Begriff von der Anlage und dem Betriebe einer Seilebene zu geben, theilen wir in dem Folgenden die Beschreibung einiger ausgeführten Werke dieser Art mit, bemerken dabei aber ausdrücklich, daß bei sämmtlichen bereits der freie Locomotivbetrieb eingeführt ist, die Beschreibung sich deßhalb auf den anfänglichen Zustand bezieht.

§. 108.

Geneigte Ebene bei Lüttich in Belgien.

Erst nach mehrjährigen, sich über eine große Menge von Projecten erstreckenden Vorarbeiten und Untersuchungen konnte sich die belgische Regierung bei der Führung der Eisenbahn von der Hochebene bei Ans in das Thal der Maas bei Lüttich dazu entschließen, schiefe Ebenen in Anwendung zu bringen, welche ungeachtet der kostbaren und schwierigen Arbeiten, die sie erfordern, doch das zweckmäßigste Mittel darbieten, um die Schwierigkeiten zu überwinden, welche die Unebenheiten des Bodens in der Nähe der Stadt Lüttich der Anlegung dieser Eisenbahn in den Weg legten.

Die Bahnlinie beschreibt, von der Station bei Ans ausgehend und sich nach der Maas zuwendend, eine Kurve von 2350 Mtr. Radius in der Horizontalebene, und erreicht den Gipfel der ersten schiefen Ebene, welche auf 1980 Mtr. Länge in gerader Linie 55 Mtr. Fall hat (1 : 36); dann folgt eine horizontale Strecke von 330·1 Mtr. Länge, welche eine Art Terrasse bildet, auf welcher die Maschinengebäude stehen, und eine 190 Mtr. lange Kurve von 350 Mtr. Radius enthält; hierauf eine zweite der ersten völlig gleiche schiefe Ebene. Fig. 1 und 2, Taf. XXXV. Am Fuße derselben befindet sich die Hauptstation Lüttich, welche in einem Bogen von 1000 Mtr. Radius liegt.

Die Züge laufen die schiefen Ebenen abwärts durch die bloße Wirkung der Schwere, welche durch die Bremse der Wagen, sowie dadurch geregelt wird, daß man ihnen besondere Bremswagen beigiebt, die 8000 Kil. Gewicht haben, und mit sehr kräftigen Bremsen versehen sind.

Zum Aufwärtsziehen der Züge dienen Drahtseile, die durch stehende Dampfmaschinen in Bewegung gesetzt werden. Jede der beiden schiefen Ebenen ist mit einem solchen Seil ohne Ende versehen. Die Maschine, welche das Seil der untern schiefen Ebene bewegt, befindet sich, übereinstimmend mit der gewöhnlich befolgten Anordnung, auf dem Gipfel dieser Ebene; diejenige Maschine aber, welche für den Betrieb der obern Ebene bestimmt ist, steht am Fuße dieser Ebene. Beide Maschinen sind also in einem und demselben Gebäude vereinigt.

Diese eigenthümliche Einrichtung gewährt mehrere Vortheile. Da die Maschinen vereinigt sind, so kann vermöge einer sehr zweckmäßigen Anordnung im Fall einer Reparatur die eine die Stelle der andern vertreten, wodurch Reservemaschinen erspart werden, welche die Anlagekosten verdoppelt hätten; ferner ergibt sich aus der gedachten Einrichtung eine große Ersparniß an Brennmaterial, indem sie gestattet, die Zahl der Kessel sehr zu vermindern, die man hätte im Feuer halten müssen, wenn die Maschinen von einander getrennt angebracht worden wären; denn dieselben Kessel, welche die Maschine der untern Ebene in Gang gesetzt haben, erzeugen den Dampf, welcher dazu dient, die Maschine der obern Ebene in Bewegung zu setzen. Auch das bei den Maschinen aufgestellte Personal wird sehr vermindert, und diese Centralisation der bewegenden Kraft gibt dem Dienste mehr Einheit. Der Posten des Maschinenmeisters, der sich außerhalb des Maschinengebäudes befindet, gestattet ihm, gleichzeitig auf beide schiefe Ebenen und auf die Maschinenwärter zu sehen; ohne seinen Ort zu verändern, kann er die Maschinen in Bewegung setzen oder zum Stillstande bringen. Er hat ferner einen Zeiger auf einem Zifferblatte vor Augen, dessen Bewegung, welche dem Vorrücken jedes aufsteigenden Zuges entspricht, seinen Ort auf der schiefen Ebene anzeigt; dieser Zeiger ist besonders bei Nacht und bei nebligem Wetter von großem Nutzen.

Um von einem Ende der schiefen Ebene zum andern die nothwendigen Signale zu geben, bedient man sich eines besondern Signalisirungsapparates, welcher sprachrohrähnlich wirkt. Mittelst dieses Apparates wird dem Maschinenmeister nicht nur Nachricht gegeben, sobald ein Zug bereit ist, die untere Ebene zu ersteigen, sondern auch sobald derselbe den Gipfel der obern Ebene erreicht hat. Man wendet ihn aber auch an, um die Ankunft der herabgehenden Züge anzuzeigen.

Um die Wagenzüge an das Tau zu befestigen, wendet man die an dem Bremswagen angebrachte Zange, Fig. 7 und 7a an.

Das zum Ziehen auf jeder schiefen Ebene dienende Drahtseil ist ein endloses. Um alle Biegungen desselben zu verfolgen, wollen wir einen beliebigen Punkt in's Auge fassen, z. B. den, wo die Züge am Fuße der untern Ebene an das Seil befestigt werden; von diesem Punkte an aufwärts läuft es in der Mitte des Geleises über Rollen hin, die in Abständen von 10 Mtr. angebracht sind. So bleibt es sichtbar bis zu der Stelle, welche zum Losmachen der Züge bestimmt ist; dann senkt es sich, geht in einen unterirdischen Kanal

über und kommt hierauf auf eine horizontale Leitungsrolle f, Fig. 1, welche ihm die erforderliche Richtung ertheilt, um in die Rinnen der 4·8 Mtr. im Durchmesser haltenden Bewegungsrollen c, c überzugehen, die einander wie in einem Flaschenzuge gegenüber stehen; um jede von ihnen macht das Seil 5 halbe Umläufe, welche die Adhäsion hervorbringen, die zum Emporziehen des Zuges erforderlich ist. Wenn das Seil die Bewegungsrollen verlassen hat, macht es einen halben Umlauf um eine horizontale bewegliche Rolle d, die sich auf einem Spannwagen hinter dem Gebäude der stehenden Maschine befindet. Dieser Spannwagen steht mit 4 Rädern auf einer sanft geneigten Bahn, und wird außerdem von einem Gewichte von 7000 Kilogr., welches in einen verticalen 30 Mtr. tiefen Brunnenschacht e herabhängt, angezogen. Von der Rolle d kehrt das Seil zur Eisenbahn zurück, und nachdem es von neuem über eine Leitungsbrücke g und durch einen unterirdischen Kanal gegangen ist, kommt es auf dem herabgehenden Geleise zum Vorschein, welches es wie das hinaufgehende durchläuft. Am Fuße angekommen, geht es abermals unter die Schienen, macht einen halben Umlauf über eine unter dem Geleise angebrachte Leitungsrolle, erhebt sich dann wieder zum Niveau der Schienen, und kehrt zu dem Punkte zurück, von dem wir ausgegangen sind.

Das Seil der obern Ebene geht von einer Scheibe am Gipfel derselben abwärts über die Rolle f′, von da über die Bewegungsrollen c′ c′, sodann über die Rolle des Spannwagens d′, und von dieser wieder zurück über die Leitrolle g′ auf die Bahn nach aufwärts zur ersterwähnten Scheibe am Gipfel der schiefen Ebene.

Der im Vorhergehenden angeführte Spannwagen dient dazu, dem Seile eine angemessene Spannung zu geben, um auf den Bewegungsrollen zu haften, und diese Spannung, ungeachtet der aus den verschiedenen Ladungen oder den atmosphärischen Einflüssen hervorgehenden Längenänderungen, constant zu erhalten; zu diesem Ende muß das den Spannwagen ziehende Gewicht in einem Schachte sich heben oder senken können, je nachdem das Seil sich verkürzt oder verlängert.

Die auf der Terrasse zwischen beiden schiefen Ebenen vereinigten Maschinen nehmen ein Gebäude ein, das im Scheitel des Winkels steht, welchen die verlängerten Bahnlinien beider schiefen Ebenen bilden. Die Maschinen a, a, b, b stehen in der Mitte, und die großen Bewegungsrollen in den 4 Ecken des Gebäudes; die Achsen dieser Rollen liegen in der Verlängerung zweier Wellen, von denen jede durch ein Maschinenpaar bewegt wird.

Mit Hülfe von Ausrückzeugen r, r, r′, r′ an den Achsen der Rollen kann man die Bewegung von dem einen oder andern Maschinenpaar auf das eine der beiden Seile übertragen, indem man eine der beiden großen Rollen, auf welchen es sich aufwickelt, einrückt; so lassen sich beide Seile mit einem einzigen Maschinenpaare bewegen, indem man, nachdem eine der Rollen der untern Ebene eingerückt ist, um den Zug auf den mittleren horizontalen Absatz zu bringen, sie wieder aus-, und die eine Rolle des Seiles der obern Ebene

einrückt. Dieſes Manöver des Aus- und Einrückens wird ausgeführt, während der Zug die horizontale Zwiſchenſtrecke durchläuft, und verurſacht nur einen ſehr kurzen Aufenthalt, den man übrigens im gewöhnlichen Dienſte vermeidet, indem man für den Dienſt jeder ſchiefen Ebene eines der beiden Maſchinenpaare anwendet. Jede der vier Maſchinen hat 80 Pferdekräfte. Die Maſchinen ſind Niederdruckmaſchinen; um ſie leichter in Gang bringen zu können, ſetzt eine kleine Maſchine p o, welche für gewöhnlich beſtimmt iſt, die Cyſternen mit Waſſer zu ſpeiſen, anfangs die Luftpumpe in Bewegung, welche den leeren Raum in den Condenſatoren der großen Maſchinen hervorbringt.

Seitdem die ſchiefen Ebenen im Betriebe ſind, haben die Maſchinen den auf die Berechnungen gegründeten Erwartungen vollſtändig entſprochen; nach denſelben ſollten ſie in 6 Minuten auf jeder ſchiefen Ebene einen Zug von 12 bis 15 Wagen emporziehen, was einer Geſchwindigkeit von 20 Kilometer per Stunde entſpricht; bisher haben ſie in derſelben Zeit 16 Wagen gezogen.

Die ſymetriſche Anordnung und vollkommene Ausführung der verſchiedenen Theile, aus denen dieſes Syſtem von ſtehenden Maſchinen beſteht, geben ihm einen Anblick von großartiger Einfachheit, der ſie von den für denſelben Dienſt auf andern Eiſenbahnen angewendeten zu ihrem Vortheil unterſcheidet.

Die Gebäulichkeiten, Maſchinen und Zubehör der geneigten Ebene koſteten im Ganzen 1,488,136 Francs. Das Drahtſeil allein kommt auf 18,000 Francs. Die ganze Bahnſtrecke einſchließlich der Val-Benoit-Brücke koſtete auf 5956 Mtr. Länge 6,100,100 Francs, oder auf den Kilometer 1 Million Francs. Die Koſten der Stationen in Lüttich ſind hier nicht inbegriffen, ſie beliefen ſich auf 846,000 Francs.

Beſchreibung der zugehörigen Figuren auf Taf. XXXV.

Fig. 1 Grundriß der beiden geneigten Ebenen mit den Baſſins und Maſchinengebäuden.

Fig. 3 und 4 Seitenanſicht des Maſchinen- und Keſſelhauſes.

Fig. 5 vordere Anſicht des Keſſelhauſes.

Fig. 6 vordere Anſicht des Maſchinenhauſes.

Fig. 1 a, a Niederdruckmaſchine für den Betrieb der untern geneigten Ebene;
b, b deßgleichen für die obere geneigte Ebene;
c, c′ große Treibrollen mit Bremſen;
d, d′ horizontale Rollen auf den Spannwagen;
f, g Leitrollen für die untere Ebene;
f′ g′ ſolche für die obere Ebene;
e, e′ Brunnen für die Gegengewichte;
i Dampfleitungsrohr von dem Keſſelhaus zu den Maſchinen;
k Waſſerleitungsrohr zur Speiſung der Keſſel von der Waſſerleitung m aus;
l l′ l″ Waſſerleitung für die Condenſation zu dem Abkühlungsbaſſin q;
m Waſſerleitung, von den Baſſins zu den Maſchinen und Keſſeln führend;

n Wasserleitungsrohr, um das abgekühlte Wasser den Maschinen zuzuführen;
o Luftpumpe;
p Speisepumpe;
q Speisungs- und Abkühlungsbassin;
r, r' Ausrückungen;
t Schornstein.

Fig. 2 Längenprofil der Bahn.

Fig. 7 und 7a Vorrichtung zum Einklemmen des Seils.
a Festes Klemmstück, wobei a_1 Gußeisen und a_2 Bronze;
b bewegliches Klemmstück, befestigt am Ende des Hebels c;
d Hebel zur Bewegung des Kniehebels c;
e Achse und Getriebe im Eingriff mit dem gezahnten Bogen f;
e' Handgriff zur Bewegung von e;
g Sperrhaken.

§. 109.

Die geneigte Ebene der rheinischen Bahn bei Aachen.

Die Beförderung der Züge geschah auf einer geneigten Ebene vermittelst einer stationären Dampfmaschine.

Gleich hinter dem Aachener Bahnhofe beginnt diese geneigte Seilebene, deren Länge 2086 Mtr. und deren Steigung 1:38 beträgt. Sie liegt theils in einem 26 Mtr. tiefen Einschnitt, theils auf einem 22 Mtr. hohen Damme. Die stehende Dampfmaschine auf dem Gipfel der Seilebene besitzt 200 Pferdekraft und hat 2 Dampfcylinder a, Fig. 8 und 8a. Das dazu gehörige Drahtseil ohne Ende ruht auf 420 eisernen Rollen und wiegt 14000 Kilogr. Am untern Ende der geneigten Ebene geht dieses Seil, ähnlich wie bei der Lütticher untern schiefen Ebene, um ein nahe horizontales Rad A, zieht sich sodann die schiefe Ebene hinauf und geht am obern Ende auf die Treibrollen C und E, welche an ihrer Peripherie mit Rinnen versehen sind, die genau aufeinander passen; um die Treibrolle C macht das Seil 4, und um die Treibrolle E 3 halbe Umläufe, welche die nöthige Adhäsion hervorbringen. Wenn das Seil die Bewegungsrolle E verläßt, so zieht es sich auf die horizontale Rolle des Spannwagens B, welcher stets von einem Gewichte angezogen wird. Dieser Spannwagen befindet sich in einem unterirdischen Gang auf einer etwas geneigten Bahn, an deren Ende ein Schacht hinuntergeht, damit das Gegengewicht in demselben sich heben und senken kann. Von der Rolle B gelangt das Seil wieder zurück auf die Leitrolle D, macht einen halben Umlauf und zieht sich oben hinaus auf die freie Bahn, auf der es herabgeht bis an das untere etwas geneigte Rad, von welchem wir ausgingen.

Zweckmäßiger als bei der Lütticher schiefen Ebene ist hier die Stellung der Maschine zur geneigten Ebene so angeordnet, daß das Seil in gerader Linie von der Bahn, ohne über Leitrollen zu gehen, auf die Treibrollen gelangt,

art und bei Extrazügen die unter (2) angegebene war vor 10 Jahren noch in Anwendung *).

Der Maſchine hat man folgende Einrichtung gegeben: Die beiden Maſchinen a, a Fig. 9, Taf. XXXV. arbeiten an einer gemeinſchaftlichen Welle, die bei m gekuppelt iſt. An dieſer Welle befindet ſich das Schwungrad n und die Trommel o. Ebenfalls unter dem Bahnniveau und mit ihren Achſen in der Mitte zwiſchen beiden Bahngeleiſen liegend, befinden ſich noch 2 gußeiſerne Seilrollen p und q, beide von 3·44 Mtr. Durchmeſſer. Die ſenkrechte Rolle q iſt mit 2 Rinnen verſehen, während die ſchräge Rolle p nur eine hat. Beide Seilrollen ruhen auf einem gußeiſernen Bockgerüſte und es ſind bei der ſchrägen Rolle die Lager ſo eingerichtet, daß man ſie verſtellen und die Rolle mehr nach dem Schwungrad n richten kann. Ueber den beiden großen Seilrollen p und q liegen 2 weitere Leitrollen r, r', welche mit ihren Achſen ſenkrecht auf den Bahngeleiſen ſtehen und dazu dienen, das Seil von der Bahn auf die Seilrollen p und q und von dieſen wieder auf die Bahn zu leiten.

Bei der sub 2 angegebenen Betriebsart geht das Seil von der einen Bahn über die in dieſem Bahngeleiſe ſtehende Rolle r nach der Leitrolle q und über die in dem andern Geleiſe ſtehende Rolle r' nach der andern Bahn zurück.

Bei dem Betriebe sub 3 läuft das Seil von dem auf der einen Bahn ſtehenden Wagenzuge über das in der Mitte befindliche Rad r auf die ſenkrechte Seilrolle q, von hier über das Schwungrad n, dann nochmals über die Rolle q und nochmals über das Schwungrad; hierauf zieht es ſich nach dem ſchrägen Rade p, deſſen Zapfen verſchoben werden, und welches von dem Seile auf $^3/_4$ ſeiner Peripherie umfaßt wird, und ſodann über das zweite Rad r' nach der auf dem entſprechenden Geleiſe ſtehenden Locomotive.

Bei dem Betriebe sub 4 läuft das Seil von dem Wagenzuge, der in dieſem Falle ſtets auf der von Hochdahl nach Erkrath aus rechts gelegenen Bahn ſtehen muß, über das in derſelben Bahn ſtehende Rad r, ſodann über die ſchräge Rolle p direct nach der Trommel o.

Bei dem Betriebe sub 5 endlich iſt der Lauf des Seils wie bei sub 2.

Als Telegraph diente zwiſchen den 2 Endpunkten der geneigten Ebene ein ſog. Signalgebläſe, welches die Ankunft der Wagenzüge und die Befeſtigung des Seils anzeigte.

§. 111.

Die geneigte Ebene auf der Bahn von Andrezieux nach Roanne.

Unter den franzöſiſchen Eiſenbahnen iſt die von Andrezieux nach Roanne unter den ungünſtigſten Terrainverhältniſſen zu einer Zeit ausgeführt worden, als man über den Betrieb mit Locomotiven nur ſehr geringe Erfahrungen beſaß. Die ſteilſte Strecke der Bahn, zu deren Anlage die Rückſicht auf das disponible Kapital nöthigte, wurde daher lange Zeit mittelſt ſtehender

*) Jetzt beſteht freier Locomotivbetrieb.

Maschinen betrieben, bis man es versuchte, den Locomotivbetrieb einzuführen. Der günstige Erfolg dieses Versuches gab nun Veranlassung, auch auf der schiefen Ebene La-Renardière von 800 Mtr. Länge und einer Steigung von 1:34·5 bei Kurven und Contrekurven von 300 Mtr. Halbmesser, Locomotiven gehen zu lassen. Es wurden zu dem Ende 6 Locomotiven mit gekuppelten Rädern gebaut, die bei 5 Atmosphären Dampfspannung ein Bruttogewicht von 30—38000 Kilogr. in 4—6 Minuten Zeit die geneigte Ebene bergauf ziehen.

Die Hauptdimensionen dieser Locomotiven sind folgende:

Durchmesser der Cylinder	= 14″ (engl.)
Kolbenhub	= 18″ „
Durchmesser der Räder	= 37 1/4″ „
Gewicht mit Koaks und Wasser	= 15980 Kil.
Gewicht des gefüllten Tenders	= 9000 „

Im Jahre 1846 betrugen die Kosten für diese durch stationäre Maschinen betriebene geneigte Ebene per Reisenden und per Kilometer 0·0587 Franken. Für Kohlen und Frachtgüter per Tonne und Kilometer 0·1117 Frkn. Die Kosten bei Locomotivbetrieb waren im ersten Fall 0·036 Frkn., im letzten 0·057 Frkn., also fast um die Hälfte geringer wie bei Benützung der stehenden Maschinen.

§. 112.

Zu den längsten Seilebenen gehörte die London-Blackwall-Bahn. Mit einer Steigung von 1:100 und 1:150 geht sie über die Häuser eines Theils von London hinweg in einer Länge von 5940 Meter. Sie wurde früher deßhalb mit Drahtseilen betrieben, weil der Locomotivbetrieb, wegen der Befürchtung des Zündens der darunter liegenden Häuser von London durch das Funkensprühen der Locomotiven, verboten war. Zwei an beiden Enden dieser Seilebene stehende Dampfmaschinen von 280 und 480 Pferdekräfte dienten zum Seilbetriebe. Alle Viertelstunden ging ein Zug ab, und es fanden täglich 75 Fahrten statt.

Nachdem die erwähnte Befürchtung durch Apparate an den Locomotiven gegen das Funkensprühen beseitigt, wurde in neuerer Zeit zum Vortheil für die Eisenbahngesellschaft der reine Locomotivbetrieb eingeführt.

§. 113.

Die Hindernisse bei Seilebenen, die Wegübergänge im Niveau der Bahn anzulegen, und die Vertheuerung des Bahnbaues dadurch, daß namentlich bei der Anwendung von endlosen Seilen die Wege mittelst Brücken entweder über oder unter der Bahn hinweggeführt werden müssen, sind bei der Anlage solcher Seilebenen wohl zu bedenken.

Je mehr die Locomotiven in ihrem Bau vervollkommnet und für die Ersteigung von Rampen geeigneter gemacht wurden, desto mehr kam der Bau und der Betrieb der schiefen Ebenen mittelst Seile und stationärer Maschinen in Abnahme, und es ist gerade dieß als ein wesentlicher Fortschritt der

neueren Zeit im Baue und im Betrieb der Eisenbahnen zu betrachten, daß es durch die neueren Constructionen der Locomotiven möglich wird, schiefe Ebenen, bei welchen sich zugleich die Eisenbahn möglichst dem natürlichen Terrain anschließt, da zu erbauen und in Locomotivbetrieb zu setzen, wo man es früher für unumgänglich hielt, Bahnlinien mit geringen Steigungen, mit Kurven von großen Radien, mit hohen Aufdämmungen und tiefen Einschnitten und mit überaus kostspieligen Kunstbauten herzustellen.

Wie man in neuerer Zeit überall die Terrainschwierigkeiten durch Annahme größerer Steigungen für Locomotivbetrieb überwunden hat, mögen folgende Thatsachen beweisen:

Die Hudson-Berkshire-Eisenbahn hat unter andern eine Steigung von 1:60 auf $^5/_8$ englische Meilen und von 1:73 auf 3 engl. Meilen. Der kleinste Radius ist 800 Fuß.

Die Beaver-Meadow-Eisenbahn in Pensylvanien hat unter andern 2 Steigungen von 1:55 und 1:59. Beide zusammen sind 11200 Fuß lang und haben Kurven von 500 bis 550 Fuß Radius. Eine Kurve dieser Bahn hat sogar einen Radius von 260 Fuß.

Die Greensville-Roanoke-Eisenbahn in Virginien hat eine Steigung von 1:56 auf 9100 Fuß Länge und dabei Kurven von 600′ kleinstem Halbmesser.

Die kleine Buffalo-Niagara-Eisenbahn, welche unter andern Steigungen eine von 1:66 hat, wird mit Locomotiven befahren; ebenso die Baltimore-Susquehannah-Eisenbahn mit ihrer stärksten Steigung von 1:63 auf 11200 Fuß Länge, wobei Krümmungen von 800 Fuß Halbmesser vorkommen.

Auf der Manchester-Leeds-Eisenbahn in England befindet sich eine schiefe Ebene mit einer Steigung von 1:49, welche früher mittelst Seile betrieben wurde. Seitdem man kräftigere Maschinen zu bauen versteht, ist die Bahn eine reine Locomotivbahn geworden. Gleiches Schicksal hatte die Eisenbahn von Glasgow nach Edinburgh, mit Steigungen von 1:40 und 1:41·5, ferner die Bahn von Birmingham nach Gloucester mit der sog. Lickey-Steige, welche auf einer Länge von 11290 Fuß eine Steigung von 1:37 hat.

Auch die braunschweigische Vienenburg-Harzburger-Eisenbahn mit einer Steigung von 1:46 wurde früher mit Pferdekraft betrieben, ist aber jetzt eine Locomotivbahn.

Die schiefe Ebene auf der bayerisch-sächsischen Eisenbahn zwischen Neuenmarkt und Marktschorgast beginnt mit einer Steigung von 1:71 auf einer Länge von 1658·7 Mtr.; von hier folgen die Steigungen 1:40 auf 2489·2 Mtr., 1:40·63 auf 1773·6 Mtr. und 1:40 auf 1125·3 Mtr. Der kleinste Halbmesser der Kurven ist bei der Station Marktschorgast und beträgt 291 Meter.

Diese schiefe Ebene wird gegenwärtig in der Regel mit Locomotiven von [redacted] Tonnen Gewicht befahren. Dieselben sind sechsrädrig, haben 4 gekuppelte

Triebräder von 4½ engl. Fuß Durchmesser, 14 Zoll Cylinderdurchmesser und 24 Zoll Kolbenhub. Bei schweren Zügen hat man noch sog. Schleppmaschinen von 24 Tonnen Gewicht, 6 gekuppelte Räder von 3½ Fuß Durchmesser, 16 Zoll Cylinderdurchmesser und 24 Zoll Kolbenhub. Die Heizfläche beträgt 860 □Fuß und die Maschine arbeitet in der Regel mit einer Dampfspannung von 5 Atmosphären. Der Tender wiegt in gefülltem Zustande 10 Tonnen. Ueber dem Röhrenkessel der Schleppmaschine befindet sich noch ein zweiter Wasserbehälter, welcher 60 Kubikfuß Wasser faßt und dann gefüllt wird, wenn besondere Umstände eine Vermehrung der Adhäsion nothwendig machen.

Bei den Probefahrten zog eine gewöhnliche Locomotive eine Bruttolast von 70 Tonnen in 30 Minuten von Neuenmarkt nach Marktschorgast auf eine Weglänge von 7046·8 Mtr. Hierbei wurden 1·84 Kubikmeter Wasser verdampft.

Eine Schleppmaschine zog 110 Tonnen Bruttolast in 29 Minuten bergan und verdampfte 2·09 Kubikmeter Wasser.

Eine gewöhnliche Maschine mit einer Schleppmaschine zogen einmal 85 Ton. in 16 Min., das andere Mal 180 Ton. Bruttolast in 37 Min. bergan. Der Wasserverbrauch war für die eine Maschine 1·72, für die andere 2·2 Kbmtr.

Beim Bergabfahren wird der Dampf ganz abgesperrt und das Bremsen des Wagenzuges, der sich selbst überlassen seine Geschwindigkeit sehr beschleunigen würde, geschieht mittelst einer eigenthümlichen Bremsvorrichtung, wodurch alle Bremsen am Zuge in einem Momente angezogen werden können.

Die Bahn von Gloggnitz über den Semmeringberg nach Mürzzuschlag hat eine Länge von 5½ Meilen; von Gloggnitz bis zur Station Payerbach ist die mittlere Steigung 1 : 117, weßhalb die eigentliche Gebirgsbahn blos die Strecke von Payerbach nach Mürzzuschlag in sich begreift. Aus dem Längenprofil der ganzen Bahn ist zu entnehmen, daß die schwierigere Strecke derselben jene von Payerbach bis zur Wasserscheide ist. Die Bahn geht nämlich von Payerbach in einer mittleren Steigung von 1 : 46·8 zur nächsten Station Eichberg; von Eichberg nach Klamm ist die Steigung 1 : 40·0; von Klamm nach Breitenstein 1 : 47·6; von Breitenstein nach Semmering 1 : 54·0. Von da aus fällt die Bahn nach Passirung des 755 östreich. Klaftern langen Haupttunnels nach Spital mit einem mittleren Gefälle von 1 : 50·9 und von Spital nach Mürzzuschlag mit einem mittleren Gefälle von 1 : 50·0. Die mittlere Steigung von Payerbach nach Semmering ist 1 : 47·0, jene von Mürzzuschlag nach Semmering 1 : 50·0, und der Stationsplatz Semmering liegt 212 Klafter höher als Payerbach.

Auf der, nach Ausscheidung der Stationsplätze 9975 Klafter langen Strecke von Payerbach nach Semmering sind die Steigungen wie folgt vertheilt:

auf	4411·6	Klafter	die	Steigung	1 : 40
„	2825·5	„	„	„	1 : 45
„	603·8	„	„	„	1 : 50
„	802·5	„	„	„	1 : 60

auf 171·0 Klafter die Steigung 1 : 80
„ 983·8 „ „ „ 1 : 100
„ 86·9 „ „ „ 1 : 200
„ 90·0 horizontal.

Die Schwierigkeit der Bahn liegt aber nicht allein in den starken Steigungen, welche selbst in den Tunnels vorkommen, sondern vorzüglich in den scharfen Krümmungen. In den Tunnels kommen Steigungen bis 1 : 45 vor, und nur der Haupttunnel hat eine Steigung von 1 : 300. Die Krümmungen der Bahn von 100 bis 150 Klftr. Radius wechseln continuirlich; so besteht die Strecke von Payerbach nach Eichberg aus 15 Contrekurven von 100 bis 150 Klftr. Radius, in der Gesammtlänge von 1700 Klftr., zwischen welchen die geraden Bahnstrecken von zusammen 1134 Klftr. liegen. Von Eichberg nach Klamm ist die ungünstigste 1895 Klftr. lange Strecke. Die ganze Strecke hat eine Steigung von 1 : 40 und besteht aus 14 Contrekurven von 150 Klafter Radius und einer Gesammtlänge von 1383 Klftr., welche durch einzelne gerade Bahnstrecken von 20 bis 40 Klftr. Länge verbunden sind. Von Klamm nach Breitenstein kommen 16 Bogen, fast alle von einem Radius von 100 Klafter vor, welche zusammen die Bahnlänge von 1630 Klafter ausmachen; ähnlich ist die Strecke von Breitenstein nach Station Semmering.

Günstiger ist die Strecke von Mürzzuschlag bis zur Wasserscheide; denn obgleich auch hier Steigungen 1 : 42 vorkommen und die mittlere Steigung dieser Strecke von jener von Payerbach nach Semmering nicht viel verschieden ist, so sind doch die geraden Strecken vorherrschend und auf 6549 Klafter Bahnlänge entfallen 4636 Klafter auf die gerade und blos 1913 Klafter auf die mit sanften Bogen von 200 bis 500 Klafter Radius versehene Bahn.

Dieß gibt sich auch bei der Befahrung der Semmeringbahn auffallend zu erkennen, indem die Leistung der Locomotive auf der Strecke von Mürzzuschlag nach Semmering mindestens 25% größer ist, als jene von Payerbach nach Semmering angenommen werden kann.

Die Entfernung einer Station von der andern, von Wasserkrahn zu Wasserkrahn gemessen, ist folgende:

von Payerbach nach Eichberg	0·817	Meilen.
„ Eichberg nach Klamm	0·537	„
„ Klamm nach Breitenstein	0·697	„
„ Breitenstein nach Semmering	0·759	„
„ Semmering nach Spital	0·944	„
„ Spital bis zur Einfahrt in die Station Mürzzuschlag	0·816	„
Zus.	4·570	Meilen.

Was die Locomotiven betrifft, so fügen wir nur im Allgemeinen bei, daß dieselben aus 2 Gestellen, dem vordern oder Maschinengestelle und dem hintern oder Tendergestelle bestehen. Das erstere enthält 3 Achsen mit 6 gekuppelten

Rädern. Die Dampfcylinder, der ganze Mechanismus, der Kessel, sowie auch die beiden Wasserkästen sind auf diesem Gestelle angebracht. Das Tendergestell, welches sich unter einen Theil des Kessels erstreckt und auf diese Art zum Unterstützen der Feuerbüchse bestimmt ist, nimmt das zur Fahrt nöthige Brennmaterial und das Führungspersonal auf. Die beiden Gestelle sind vor der Feuerbüchse mittelst starker Kreuze und eines Kugelbolzens solid mit einander in der Art verbunden, daß eine beliebige Bewegung sowohl in vertikaler als horizontaler Richtung stattfinden kann, so daß die Maschinen sich leicht in die stärksten Krümmungen einzustellen vermögen. Der Durchmesser der Räder ist 3′ 6″ (östr.). Die Dampfcylinder haben 18″ Durchmesser und 23″ 2‴ Kolbenhub.

Die gesammte innere Feuerfläche des gewöhnlichen Röhrenkessels ist bei der Feuerbüchse . . . . . 70 □Fuß.

Bei den 189 Feuerröhren von 15′ Länge und 2″ äußerem Durchmesser . . . . . 1330 „

Zus. 1400 □Fuß.

Die äußere Heizfläche, wie sie gewöhnlich gerechnet wird, beträgt 1554 □Fuß.

Die beiden zur Seite des cylindrischen Kessels liegenden Wasserkästen fassen 200 Kubikfuß und der hintere Tenderkasten hat Raum für circa 170 Kubikfuß Holz.

Das ganze Gewicht der mit Wasser und Holz ausgerüsteten Locomotive ist 1002 Wiener Centner, welches auf die 5 Achsen wie folgt vertheilt ist:

auf der vordersten	Maschinenachse	245 1/2	Ctr.
2ten	„	223	„
3 „	„	233 1/2	„
4 „	1ste Tenderachse	145	„
5 „	2te „	155	„
		1002	Ctr.

Die Leistung der Locomotive stellt sich folgend:

Bei der vorgeschriebenen Geschwindigkeit von 2 Meilen ziehen die Locomotiven:

bei der schlechtesten Witterung	2000	W. Ctr.
„ mittlerer Witterung	2500	„ „
„ schönem Wetter	3000	„ „

Bruttolast von Payerbach nach Semmering mit einer mittleren Dampfspannung im Kessel von 90 Pfd. auf den Wiener Quadratzoll. Der Holzverbrauch stellt sich durchschnittlich auf 1/2 Klafter per Zeitstunde.

Auf der Bahnstrecke von Gloggnitz nach Payerbach mit einer mittleren Steigung von 1:117 ziehen diese Locomotiven mit 2 Meilen Geschwindigkeit 7500 W. Ctr. Bruttolast.

Durch eine sehr sinnreich angebrachte Kuppelung können alle zehn Räder der Locomotive mit dem ganzen Gewicht zur Adhäsion nutzbar gemacht werden. Die Leistung der Maschine wird dadurch sehr vermehrt, indem bei einer

Geschwindigkeit von 2 Meilen von Payerbach nach Semmering 3300 Ctr., und von Mürzzuschlag nach Semmering 3700 Ctr. gezogen werden *).

Seit einigen Jahren hat die Südbahngesellschaft diese Maschinen umbauen lassen und zwar in Locomotive mit 4 gekuppelten Achsen, wovon die letzte wie bei dem System der Wien-Raab-Bahn parallel verschiebbar ist und mit Schlepptender. Diese Locomotiven besorgen zugleich den Dienst auf dem Semmering mit namhaften Ersparnissen gegen die früheren Jahre.

Die Bahn von Innsbruck über den Brenner nach Verona hat fast durchweg Steigungen von 2·5 Proc. und wird frei mit Locomotiven befahren.

§. 114.

Der österreichische Ingenieur Negrelli machte vor mehreren Jahren den Vorschlag, um eine Bergwand zu ersteigen, die Trace einer Eisenbahn nach Art der Landstraßen im sog. Zickzack anzulegen. Er will dabei die Steigung zu 1 bis 2 Procent angenommen wissen, während die Strecken bei der Rückkehr auf die Länge von 300 bis 400 Mtr. horizontal sein sollen. Die Maschine, welche bei der ersten geneigten Strecke vor dem Zuge steht, kommt bei der zweiten hinter denselben.

Selten werden sich Bergwände darbieten, welche eine solche Anlage zulassen, ohne allzu kostbare Bauarbeiten im Gefolge zu haben; die Länge der Trace gegen eine Seilebene mit $^1/_{30}$ Gefälle wird bedeutend groß, so daß die Bau- und Unterhaltungskosten sich beträchtlich vermehren: die vielen Excentriks bei den Wiederkehren erfordern eine vermehrte Bedienungsmannschaft und sind gefährlich; durch das Schieben der Züge können leichter Unglücksfälle herbeigeführt werden, wie wenn dieselben gezogen werden u. s. w. Die Idee ist im Allgemeinen schön, aber unpraktisch.

§. 115.

Das Eisenbahnsystem Fell.

Die Ausführung einer nach dem System Fell construirten Eisenbahn über den Mont-Cenis, auf einer 2 Kilom. langen Versuchsstrecke zwischen Lans-le-Bourg und dem Gipfel des Passes, in mehr als 5000 Fuß Höhe über dem Meere, hat vor einigen Jahren in der Technik großes Aufsehen gemacht. Die Bahnstrecke enthält Steigungen von 1:23 bis 1:12 und die kleinsten Kurven haben 40 Meter Radius. Die Bahn ist so viel als möglich unmittelbar auf die vorhandene Kunststraße gelegt, nur an den scharfen Krümmungen war eine Erbreiterung erforderlich.

*) Näheres sehe man: Die Locomotive der Staatseisenbahn über den Semmering von W. Engerth. Wien 1854.

Die Bahn enthält ein Geleise mit 1·1 Mtr. Spurweite von gewöhnlichen Schienen auf Querschwellen mit einer dritten horizontalliegenden Schiene in der Mitte, welche ihrer ganzen Länge nach auf einer hölzernen Langschwelle und zwar in größerer Höhe als die Geleiseschienen liegt. Diese Horizontalschiene ist dazu bestimmt, durch Berührung mit 4 horizontalliegenden Rädern, welche je 2 an jeder Seite der Schiene unter der Locomotive sich befinden und den Haupttheil der neuen Erfindung bilden, die nöthige Adhäsion hervorzubringen und zugleich die Maschine richtig auf der Bahn zu leiten. An ihrer untern Seite sind diese Räder mit einem Spurkranze versehen, der unter die Flantschen der Horizontalschiene faßt und die Locomotive auf dem Geleise festhält.

Indem vermittelst der Dampfkraft diese Räder nach Belieben mehr oder weniger an die Horizontalschiene angepreßt werden können, ist man im Stande, die Adhäsion nach Erforderniß zu vergrößern oder zu vermindern, auch kann auf solche Weise, wenn jene Räder gleichzeitig stark angepreßt und gebremst werden, ein in schneller Bewegung befindlicher Zug auf kurze Entfernung zum Stehen gebracht werden.

Eine für diese Bahn bestimmte zum Theil aus Stahl hergestellte Locomotive wiegt 16000 Kil. im beladenen Zustande. Bei den Probefahrten betrug der auf die 4 gekuppelten horizontalen Räder ausgeübte Druck 10 Tonnen. Da die Maschine nur 2 Cylinder hat, so werden die 4 verticalen Räder indirect durch die Kolbenstangen von der Vorderseite der Cylinder, die Horizontalräder aber direct durch die Kolbenstangen von der Rückseite der Cylinder angetrieben. Die 4 Verticalräder sind gekuppelt. Die Maschine zog eine Last von 16 Ton. in 3 Wagen binnen 6¼ Min., also mit einer Geschwindigkeit von 17½ Kilom. per Stunde die Versuchsstrecke hinauf.

Zum Schutz der Bahn gegen Schneeverwehungen sollen nach Erforderniß Schneepflüge vor den Zügen herlaufen und an denjenigen Stellen der Bahn, welche einer Verschüttung durch Lawinen ausgesetzt sind, sollen bedeckte Gallerien von Mauerwerk oder Holz in der bei den Alpenübergängen gebräuchlichen Weise zur Anwendung kommen. Jeder Personenwagen soll eine Bremse erhalten.

Den auf der Probestrecke angestellten Versuchen wohnten Commissäre von England, Frankreich, Oesterreich und Italien bei; dieselben fielen nach den Berichten derselben günstig aus und Mr. Fell in Gemeinschaft mit den Unternehmern Brassey erhielt die Concession zum Bau einer Locomotivbahn über den Mont-Cenis-Paß zur Vervollständigung der Eisenbahnverbindung zwischen Calais und Brindisi unter der Bedingung, daß die Ausführbarkeit des Betriebs auf einer solchen Bahn dargethan werde. *)

Neueren Nachrichten zufolge soll sich das System Fell aber bis jetzt nicht bewährt haben.

---

*) Zeitung des V. d. Eisenbahnverw. 1865 u. 1866. S. 258, 390 u. 114 u. 614.

neueren Zeit im Baue und im Betrieb der Eisenbahnen zu betrachten, daß es durch die neueren Constructionen der Locomotiven möglich wird, schiefe Ebenen, bei welchen sich zugleich die Eisenbahn möglichst dem natürlichen Terrain anschließt, da zu erbauen und in Locomotivbetrieb zu setzen, wo man es früher für unumgänglich hielt, Bahnlinien mit geringen Steigungen, mit Kurven von großen Radien, mit hohen Aufdämmungen und tiefen Einschnitten und mit überaus kostspieligen Kunstbauten herzustellen.

Wie man in neuerer Zeit überall die Terrainschwierigkeiten durch Annahme größerer Steigungen für Locomotivbetrieb überwunden hat, mögen folgende Thatsachen beweisen:

Die Hudson-Berkshire-Eisenbahn hat unter andern eine Steigung von 1:60 auf $^5/_8$ englische Meilen und von 1:73 auf 3 engl. Meilen. Der kleinste Radius ist 800 Fuß.

Die Beaver-Meadow-Eisenbahn in Pensylvanien hat unter andern 2 Steigungen von 1:55 und 1:59. Beide zusammen sind 11200 Fuß lang und haben Kurven von 500 bis 550 Fuß Radius. Eine Kurve dieser Bahn hat sogar einen Radius von 260 Fuß.

Die Greensville-Roanoke-Eisenbahn in Virginien hat eine Steigung von 1:56 auf 9100 Fuß Länge und dabei Kurven von 600′ kleinstem Halbmesser.

Die kleine Buffalo-Niagara-Eisenbahn, welche unter andern Steigungen eine von 1:66 hat, wird mit Locomotiven befahren; ebenso die Baltimore-Susquehannah-Eisenbahn mit ihrer stärksten Steigung von 1:63 auf 11200 Fuß Länge, wobei Krümmungen von 800 Fuß Halbmesser vorkommen.

Auf der Manchester-Leeds-Eisenbahn in England befindet sich eine schiefe Ebene mit einer Steigung von 1:49, welche früher mittelst Seile betrieben wurde. Seitdem man kräftigere Maschinen zu bauen versteht, ist die Bahn eine reine Locomotivbahn geworden. Gleiches Schicksal hatte die Eisenbahn von Glasgow nach Edinburgh, mit Steigungen von 1:40 und 1:41·5, ferner die Bahn von Birmingham nach Gloucester mit der sog. Lickey-Steige, welche auf einer Länge von 11290 Fuß eine Steigung von 1:37 hat.

Auch die braunschweigische Vienenburg-Harzburger-Eisenbahn mit einer Steigung von 1:46 wurde früher mit Pferdekraft betrieben, ist aber jetzt eine Locomotivbahn.

Die schiefe Ebene auf der bayerisch-sächsischen Eisenbahn zwischen Neuenmarkt und Marktschorgast beginnt mit einer Steigung von 1:71 auf einer Länge von 1658·7 Mtr.; von hier folgen die Steigungen 1:40 auf 2489·2 Mtr., 1:40·63 auf 1773·6 Mtr. und 1:40 auf 1125·3 Mtr. Der kleinste Halbmesser der Kurven ist bei der Station Marktschorgast und beträgt 291 Meter.

Diese schiefe Ebene wird gegenwärtig in der Regel mit Locomotiven von 20 Tonnen Gewicht befahren. Dieselben sind sechsrädrig, haben 4 gekuppelte

ist und daß in Folge dessen das Gewicht eines Zuges bei starken Steigungen durch die nicht mehr zureichende Adhäsion der Triebräder eine Grenze findet, welche nicht durch das Wesen des Dampfes, sondern nur durch die noch mangelhafte Anwendung desselben bedingt wird, hat zur künstlichen Vermehrung der Schienenreibung bei der Mont-Cenis-Bahn im Fell'schen Systeme geführt und schon früher zur Verwendung stabiler Dampfmaschinen Veranlassung gegeben.

Den diesen Systemen anhaftenden Mängeln abzuhelfen, construirte Ingenieur Wetli in Zürich eine neue Gebirgslocomotive und faßt die Resultate seiner Untersuchungen in folgenden Punkten zusammen:

1. Die Wagen gewöhnlicher Bahnen können auf das neue Bahnsystem übergehen.

2. Die Locomotiven können auch gewöhnliche Bahnen befahren.

3. Die Leistungsfähigkeit der Locomotiven wird in der Art erweitert, daß die Zugkraft auf Kosten der Geschwindigkeit außerordentlich vergrößert werden kann, so daß gewöhnliche Züge von schwach geneigten Bahnen auf Steigungen von $^1/_{20}$ bis $^1/_{15}$ mit reducirter Geschwindigkeit übergehen können.

4. Die Betriebskosten wachsen in viel geringerem Grade mit der Steigung der Bahn, als nach bisherigem System; Steigungen von 4—5 Proc. werden keine größeren Kosten verursachen, als Steigungen einer gewöhnlichen Bahn mit 2·5 Proc.

5. Die Sicherheit des Betriebs wird nicht beeinträchtigt.

Wetli will diese Bedingungen erfüllen, indem er an die Locomotive ein Schraubenrad, von der Mitte aus mit entgegengesetzt gewundenen Schraubengängen versehen, anbringt. Rollt man nämlich eine cylindrische, gleichmäßig gewundene Spirale auf einer Ebene, so erzeugt sie gerade Spuren, welche zur Drehungsachse eine den Tangenten an den Berührungspunkten entsprechende Neigung haben. Denkt man sich parallel diesen Spuren und in der gleichen Ebene feste Leitschienen und nimmt man an, es könne keine Verschiebung in der Richtung der Achse stattfinden, so muß die Spirale bei der Rotation senkrecht zur Achse vorwärts rollen. Setzt man eine rechts und eine links gewundene Spirale zusammen und bringt man für beide Windungen correspondirende Leitschienen an, so wird dadurch jede seitliche Bewegung aufgehoben und ein so construirtes Rad (Felgenrad) wird durch die tangirenden Schienen gezwungen, sich nach Maßgabe der Drehung und des Durchmessers vorwärts zu bewegen.

Um die Adhäsion der Triebräder wie bisher benutzen zu können, fügt Wetli den besonderen Mechanismus nur als Ergänzung bei, in der Art, daß er den Rest der Dampfmaschinenarbeit, den die Triebräder nicht mehr zu übertragen vermögen, auf sich nimmt. Wetli glaubt dieß dadurch zu erreichen, daß er das Felgenrad mit den Triebrädern kuppelt.

So sinnreich diese Idee ist, so werden sich doch mit Recht Zweifel dagegen erheben bezüglich der Ausführung und der Kosten. Sowohl die Bahn,

wie die Locomotive werden complicirt und schwierig auszuführen sein, wenn die nothwendige Solidität und Sicherheit im Betrieb vorhanden sein soll. Auch die Unterhaltung der Bahn wird schwieriger und kostspieliger sein, wie bei dem gewöhnlichen System, denn die Genauigkeit des Eingreifens des Triebapparates hängt einzig von der richtigen gegenseitigen Lage des Oberbaues ab. Auch das Freihalten des Geleises von Schnee wird große Schwierigkeiten haben. Nur ein Versuch im Großen kann die Zweifel möglicherweise beseitigen und wäre daher sehr wünschenswerth *).

Atmosphärische Eisenbahnen.

§. 117.

Allgemeine Bemerkungen.

Solche Bahnen, bei welchen statt dem Dampfe der einfache Druck der Atmosphäre als bewegende Kraft dient, heißen **atmosphärische Bahnen.**

Noch vor wenigen Jahren glaubte man in diesen Bahnen das Mittel gefunden zu haben, um sowohl größere Steigungen mit bedeutender Geschwindigkeit, als auch Krümmungen mit sehr kleinen Radien befahren zu können, allein es haben die in England und Frankreich in Ausführung gekommenen atmosphärischen Bahnen so unbefriedigende Resultate geliefert, daß sie nicht nur keine Nachahmungen fanden, sondern sogar wieder aufgegeben und zu Locomotivbahnen umgewandelt wurden.

Obschon somit die atmosphärischen Bahnen vorerst von jeder praktischen Anwendung ausgeschlossen sein dürften, so hat doch ihre Erfindung einstens die Oeffentlichkeit in so hohem Grade in Anspruch genommen und ist auch das constructive Detail desselben von so bedeutendem Interesse, daß wir nicht unterlassen können, eine kurze Beschreibung des Systems hier folgen zu lassen.

Der dänische Ingenieur Madhurst war der erste, welcher im Jahr 1810 praktische Versuche über die Anwendung des einfachen atmosphärischen Druckes bei Eisenbahnen anstellte, dessen Bemühungen indeß ohne Erfolg geblieben sind. Erst im Jahr 1838 gelang es den Herren Clegg und Samuda aus London, die Möglichkeit einer praktischen Anwendung des Atmosphärendrucks zu beweisen. Dieselben machten Versuche im Großen auf einer Eisenbahn in der Umgegend von Paris und später auf einer solchen in der Nähe von Wormwood-Scrabs. Kaum war die Möglichkeit eines günstigen Erfolgs mit diesem System in Aussicht gestellt, als auch schon die Anwendung davon für mehrere Bahnen in's Leben trat. Zuerst erfolgte die Erbauung der atmosphärischen Bahn von Königstown nach Dalkey in Irland, dann kamen die Bahnen von Exeter nach Plymouth, von London nach Croydon und Portsmouth und von Paris nach Saint Germain in Ausführung.

---

*) Wetli, Locomotivsystem für Gebirgsbahnen. Gutachten der Commission des Eidgenössischen Polytechnikums. Bern 1869.

Bevor wir nun an die Beschreibung des Systems übergehen, wollen wir des Princips erwähnen, in welchem dasselbe ausgeführt werden muß, und auf welchem alle Modificationen des Systems ohne Ausnahme beruhen.

Es wird dabei immer eine cylindrische Röhre von gleichem Durchmesser nothwendig sein, welche zwischen ein Schienenpaar in die Achse der Bahn zu liegen kommt, und in welchem sich ein Kolben frei bewegen kann. Dieser letztere steht mit einem zu fördernden Wagenzug direct der Art in Verbindung, daß während der Fortbewegung und in ihrer Richtung vor dem Kolben keine Luft in die cylindrische Röhre eindringen kann, hingegen hinter demselben möglichst freier Luftzutritt stattfinde. Eine Dampfmaschine setzt eine Luftpumpe in Bewegung, welche die Luft in der cylindrischen Röhre, und zwar in dem Raume zwischen ihr und dem Kolben, zu einem Grade verdünnen kann, so weit es nur die Vollkommenheit der Constructionsart des Systems zuläßt. Unter diesen Umständen wird das anfängliche Gleichgewicht des Kolbens bald gestört sein und dieser sich mit einer Kraft in Bewegung setzen, welche gleich sein wird: dem Producte aus dem Unterschiede des Luftdruckes vor und rückwärts des Kolbens in dessen Oberfläche; woraus hervorgeht, daß der Nutzeffect der disponiblen Kraft um so größer sein wird, je vollkommener die Luft in dem Treibrohr verdünnt werden kann. Die Hauptschwierigkeit in der Ausführung ist also die, daß die Röhre hermetisch verschlossen bleibt, und dennoch der Verbindungsstange von Kolben und Wagen den Durchgang gestattet.

In Betreff der Anlagen von Stationen, Bahnkreuzungen und Dispositionen der Pumpmaschinen geben wir folgende Andeutungen.

Die Anlage eines Bahnhofes ist im Wesentlichen dieselbe, wie bei dem Locomotivsystem, um jedoch dem abgehenden Zuge in kürzerer Zeit zu seiner normalen Geschwindigkeit zu verhelfen und den rückkehrenden zum Theil seiner lebendigen Kraft zu berauben, werden sogenannte Beschleunigungsebenen angelegt, d. h. die Bahn wird auf eine Länge von 100 bis 150 Mtr. mit einer Steigung von etwa $^1/_{40}$ gegen die Station hingeführt und fällt von derselben mit der gleichen Neigung, wodurch 2 schiefe Ebenen einander entgegengesetzt werden.

Die Figur 10, Taf. XXXV. zeigt die Anordnung der Geleise auf einer Station. Die Saugröhren, welche die Treibröhre mit den Pumpen in Verbindung setzen, müssen mit sog. Abschlußwannen versehen werden, um die Communication der Treibröhre mit den Pumpen willkührlich absperren zu können. Die Skizze Fig. 11 gibt einen Begriff vom Anschlusse zweier atmosphärischen Bahnen; der Querdurchschnitt Fig. 12 zeigt einen Wegübergang oder eine Kreuzung. Kreuzt z. B. die atmosphärische Bahn eine Straße in gleicher Höhe, so wird das Treibrohr auf eine Länge von 6 bis 8 Mtr. unterbrochen; seine Enden, trichterförmig gestaltet, sind durch Ventile abgeschlossen, und mit einer unter der Erde laufenden Röhre der Luftverdünnung wegen in Verbindung gesetzt. Die Oeffnung der Ventile geschieht durch den Kolben selbst; geschlossen werden sie durch den Bahnwächter. Schneidet die atmosphärische Bahn eine Locomotivbahn, so wird die erstere über die letztere mittelst schiefen Ebenen von

Locomotiven und Wagen.

Locomotiven.

§. 120.

Wie schon in §. 31 erwähnt, nahm der Locomotivbau und somit das ganze Eisenbahnwesen mit der im Jahre 1829 von R. Stephenson für die Liverpool-Manchester Bahn construirten Locomotive „Rakete" eine völlig veränderte Tendenz und Gestalt an und erreichte nach und nach seine gegenwärtige Bedeutsamkeit. Stephenson selbst, im Jahr 1830 mit dem Bau sämmtlicher Maschinen, die auf der oben genannten Bahn zuerst laufen sollten, beauftragt, hatte die erste Gelegenheit, weitere Verbesserungen zu machen. Gleichzeitig mit ihm baute Bury in Birmingham für dieselbe Bahn die erste Maschine mit Kurbelachse und horizontalliegenden Cylindern sowie ganz schmiedeisernen Rahmen, und W. Losh erhielt ein Patent für die noch jetzt sehr verbreiteten Sector-Speichenräder mit flachen schmiedeisernen Speichen. Die von Stephenson in den Jahren 1831 und 32 erbauten Locomotiven waren alle nur vierrädrig und zwar mit Kurbelachse und horizontal in der Rauchkammer liegenden Cylindern, da jedoch die Anwendung größerer Kessel hierbei nicht möglich war, indem die damals angewandten leichten Schienen eher eine Verminderung der Last erforderten, als eine Erhöhung derselben zuließen, so brachte Stephenson hinter dem Feuerkasten noch ein drittes kleines Räderpaar an, und gab diesem einen Theil der Last. Hierdurch war die Bewegung der Maschine eine sicherere und stetigere, sowie auch für die Erhaltung der Bahn vortheilhaftere, als bei Anwendung von nur zweien Räderpaaren. Zugleich ließ Stephenson bei den Triebrädern dieser sechsrädrigen Maschinen die Spurkränze weg, um das Bewegen durch die Kurven zu erleichtern. Auch die amerikanischen Ingenieure Balduin und Norris führten im Locomotivbau manche Verbesserungen ein; ersterer trat im Jahr 1834 mit einer vervollkommneten Steuerung auf und letzterer brachte im Jahr 1836 seine Locomotiven mit beweglichem Vordergestell, geraden Triebachsen und außenliegenden Cylindern, die damals als seine eigene Erfindung sehr in Aufnahme kamen, obgleich Stephenson schon im Jahr 1834 mehrere Locomotiven nach dem

gleichen Syſtem, nur noch weniger vervollkommnet, auf nordamerikaniſ
Bahnen geliefert haben ſoll.

Um bei vergrößerter Schnelligkeit der Züge die Kolbengeſchwindigkeit
vermindern, ließ Brunel im Jahr 1837 für die breitſpurige Great-Weſte
Bahn die Locomotiven mit Triebrädern von 7 und 8 Fuß Durchmeſſer v
ſehen. Stephenſon, welcher auch dieſe Maſchinen ausführte, nahm dafür 1
Cylinderdurchmeſſer und 16 Zoll Hub, ſodann 167 Heizröhren von 1"
Weite und eine Geſammtheizfläche von 674 □'. Die Geſchwindigkeit d
Züge betrug damals ſchon 30 bis 36 Meilen per Stunde.

Die raſche Entwicklung des Eiſenbahnweſens rief nun eine große Za
von Maſchinen-Etabliſſements hervor, woraus Locomotiven verſchiedener S
hervorgingen, die immer mehr oder weniger den Syſtemen von Stephenſ
oder Norris angehörten und ſich hauptſächlich in den Dimenſionen der M
ſchinentheile unterſchieden. Während ſich in England die Etabliſſements v
R. Stephenſon, Sharp-Roberts, Sharp-Brothers, Turner Evans, Hawthor
Bury, Kitſon, Forrester, Naſmyth und Rennie in dem Baue der Locomotiv
auszeichneten, waren es in Frankreich und Belgien die Etabliſſements v
Meyer und C., Cockerill, Regnier Poncelet, Renard, in Deutſchland d
Etabliſſements von Borſig, Keßler, Hirſchau, die Eiſenbahnwerkſtätten d
Wien-Gloggnitzer und Magdeburg-Leipziger Bahn, die Fabriken Wiener-Ne
ſtadt, Chemnitz, Edmunds und Herrenkohl, ſowie Jakobi, Daniel und Hauſſe
zu Aachen, welche alle zur Vervollkommnung der Conſtruction der Locomotiv
maſchinen beitrugen.

Die verſchiedenen Syſteme von Locomotivmaſchinen, wie ſolche vom Jahr
1837 bis zur neueſten Zeit in Ausführung kamen, im Detail zu beſchreiben
würde hier zu weit führen, wir bemerken nur im Allgemeinen, daß ſie i
3 Hauptklaſſen zerfallen:

1) In Maſchinen nach amerikaniſcher Bauart mit beweglichem Vordergeſtell
für Bahnen mit ſtarken Krümmungen und mäßigen Steigungen.
2) In Maſchinen nach engliſcher Bauart mit unveränderlicher Achſenlag
für Bahnen mit ſchwachen Krümmungen und mäßigen Steigungen, un
3) in Maſchinen nach deutſcher Bauart für Bahnen mit ſtarken Steigunge
und ſcharfen Krümmungen (nach dem Syſtem von Engerth), wobe
Tender und Locomotive vereinigt ſind und alle Räder gekuppelt werde
können, ſog. Tenderlocomotiven.

Die Maſchinen der beiden erſten Klaſſen ſind wieder verſchieden con
ſtruirt, je nachdem ſie

a) für Schnellzüge,
b) für gemiſchte Züge,
c) für Laſt- oder Güterzüge dienen ſollen.

Im erſten Falle iſt das Crampton'ſche Syſtem, wobei die beiden Trieb
räder hinten und die Cylinder in der Mitte liegen, allgemein üblich geworden
Im zweiten Falle ſind die beiden vorderen Räderpaare gekuppelt und di

Cylinder außenliegend; im dritten Falle sind alle Räder gekuppelt. Hauptsache ist es, die Kessel möglichst groß zu machen, die Cylinder, Pumpen 2c. nach außen zu legen, damit man jederzeit gut an alle Theile beikommen kann, ferner die Rahmen aus einem Stücke zu schmieden und die Radkränze, sowie die wesentlichen Theile des Bewegungsmechanismus aus Gußstahl herstellen zu lassen.

Die Bedingungen, welchen eine gute Berglocomotive entsprechen soll, werden gewöhnlich wie folgt ausgedrückt: Große Leistungsfähigkeit und Vermeidung jeder todten Last, damit das Verhältniß des Maschinengewichts zu jenem des Zuges möglichst günstig ausfalle; ferner kleiner Radstand oder hinreichende Beweglichkeit, um scharfe Kurven leicht und sicher befahren zu können.

§. 121.

Ueber die Locomotiven der englischen Eisenbahnen*).

Die große Mehrzahl der englischen Locomotiven zeigt in der Construction manche Uebereinstimmungen, wohin namentlich die Anwendung von inwendig liegenden Cylindern und einer großen Heizfläche zu rechnen ist. Manche Verschiedenheiten werden auch nicht sowohl durch verschiedene Systeme, als vielmehr durch die verschiedenen Bestimmungen der Maschinen hervorgerufen, je nachdem dieselben zu Personenzügen, zu Güterzügen oder zu beiden Zwecken vereint dienen sollen. Die Maschinen für Personenzüge sind durch die Unabhängigkeit und den großen Durchmesser ihrer Triebräder ausgezeichnet, weil man große Geschwindigkeiten erlangen will, ohne dabei doch die bewegenden Maschinentheile durch allzu schnelle Oscillirungen zu ermüden und abzunutzen. Die Maschinen für Güterzüge haben 6 gekuppelte Räder von etwa 5′ Durchmesser, wobei die Kurbeln zur Kuppelung vor den Schmierbüchsen auf dem äußersten Ende der Achse sitzen. Der Maschinenrahmen wird dabei außerhalb der Räder gelegt, damit der Feuerkasten möglichst erweitert und die Heizfläche demnach vergrößert werden kann. Weil man ferner diesen Maschinen große Kessel und innere Cylinder von großer Hubhöhe zu geben pflegt, so kommt der Schwerpunkt der ganzen Masse ziemlich hoch zu liegen, und der Schornstein, dessen größte Höhe über den Schienen in der Regel 14′ nicht übersteigen darf, kann deßhalb nur kurz werden. Bei den Maschinen, welche abwechselnd für Personen- und Güterzüge dienen sollen, liegt der Rahmen ebenfalls außerhalb der Räder; die Triebräder haben 5—6′ Durchmesser und sind mit dem hintern Räderpaar, dessen Achse hinter dem Feuerkasten liegt, zusammengekuppelt. Diejenigen Dimensionen, welche man gewöhnlich an den Haupttheilen der englischen Locomotive findet, sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

---

*) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1853.

Dimensionen.	Maschinen für Personenzüge.	für Güterzüge.	für gemischte Züge.
Durchmesser des Kolbens . .	15—18″	15—18″	14—16″
Hubhöhe	20—24″	20—26″	21—22″
Durchmesser der Triebräder .	6—8′	4½—5′	5—6′
Absoluter Dampfdruck . .	7—9 Atm.	7—9 Atm.	9 Atm.
Abstand der äußern Achsen .	15—18′	14—15½′	15—16′
Directe Heizfläche	80—100□′	70—140□′	85—100□′
Indirecte Heizfläche . . .	900—1800□′	800—1300□′	800—1000□′
Gewicht der Maschine . .	24—28 Ton.	28—35 Ton.	26—30 Ton.

Was das Gewicht der neueren Maschinen betrifft, so beträgt dasselbe zwischen 25—30 Tonnen, auf der Great-Western Bahn sogar 36 Tonnen. So weit sich die Sache bis jetzt beurtheilen läßt, so würde im Allgemeinen die Regel aufzustellen sein, bei Schienen 70—80 Pfd. pro Yard durch jedes Rad im Durchschnitt ein Gewicht von höchstens 5 Tonnen auf die Schienen übertragen zu lassen. Uebrigens pflegen die englischen Ingenieure die Triebräder, namentlich wenn sie in der Mitte liegen, bedeutend stärker als die Laufräder zu belasten. Die Dimensionen und die Anordnung der bewegenden Haupttheile einer Locomotive werden sich immer zumeist nach der Art des Dienstes, welchen diese Theile zu verrichten haben, und nach der Beschaffenheit der Bahn, die befahren werden soll, richten; zugleich müssen sie aber auch unter einander in einem gewissen unveränderlichen Zusammenhange stehen, wofür die Ausdrücke leicht aus der Natur der Bewegung abgeleitet werden können.

Wenn man den Durchmesser der beiden Kolben durch d, deren Hubhöhe durch l, den Dampfdruck im Cylinder pro □″ durch p, den Durchmesser der Triebräder durch D und die auszuübende Zugkraft durch T bezeichnet, so ist der Dampfdruck auf die Oberfläche eines Kolbens $= p \cdot \frac{1}{4} \pi d^2$, die Leistung beider Kolben während ihres Auf- und Niedergangs $= 21 \cdot 2p \cdot \frac{1}{4} \pi d^2$, welche der entsprechenden Leistung des Widerstands T bei einer Umdrehung der Triebräder gleichzusetzen ist, nämlich $21 \cdot 2p \cdot \frac{1}{4} \pi d^2 = \pi DT$ oder $pld^2 = DT$ . . . . . (I).

Die Gleichung drückt also das Verhältniß aus, welches bei gegebenem Dampfdruck und gegebener Zugkraft zwischen den Dimensionen der Kolben und Triebräder bei einer jeden Locomotive stattfinden muß. Es wird indessen nicht schwer sein, die zweckmäßigsten Dimensionen eines jeden dieser einzelnen Theile aus der obigen Gleichung zu entnehmen, wenn man nur berücksichtigt, daß die Triebräder nicht mehr als 3 Umdrehungen in der Secunde machen dürfen, daß ferner die Kolben und Schieber, ohne Gefahr für ihre Festigkeit und ohne Vermehrung der passiven Widerstände, nicht zu schnell oscilliren dürfen, und daß endlich der nutzbare Dampfdruck p im Cylinder nicht gleich der absoluten Dampfspannung im Kessel ist, weil davon erst 1 Atmosphäre

für den Gegendruck der äußern Luft, und 1—1½ Atmosphären für die Summe der passiven Widerstände, welche der Dampf auf seinem Wege vom Kessel zum Cylinder zu überwinden hat, abgerechnet werden müssen.

Zur Bestimmung des Gewichts, womit die Triebräder auf die Schienen drücken müssen, dient die auszuübende Zugkraft als Maß, wenn man nämlich den Adhäsions-Coefficienten = 1/6 annimmt, so muß dieses Gewicht mindestens gleich der sechsfachen Zugkraft sein. Hierbei ist aber zu bemerken, daß ein einziges Paar von großen Triebrädern höchstens mit 10—14 Tonnen belastet werden darf. In dem Falle, daß der Rechnung zufolge die Triebräder noch stärker belastet werden müßten, würde man dieselben mit dem hintern Räderpaare, oder nöthigenfalls mit allen übrigen 4 Rädern zusammenkuppeln.

Eines der wichtigsten Elemente bei der Construction einer jeden Locomotive ist die Größe der Heizfläche, wovon die Verdampfungsfähigkeit des Kessels und folglich die Leistungsfähigkeit der ganzen Maschine abhängt. Die gesammte Heizfläche setzt sich aus der directen und indirecten zusammen, wovon die erstere, aus den innern Wänden des Feuerkastens bestehend, durch unmittelbare Berührung und Ausstrahlung vom Feuer erhitzt wird, während die letztere aus den innern Flächen der Heizröhren besteht. Das Verhältniß der directen Heizfläche zur indirecten nimmt man in der Regel = 1/10 an.

Um für eine gegebene Locomotive die nöthige Heizfläche berechnen zu können, muß man berücksichtigen, daß die Verdampfungsfähigkeit des Kessels, oder vielmehr das in einer Zeiteinheit entwickelte Dampfvolumen, in geradem Verhältniß zur Größe der Heizfläche steht. Wenn nun d den Durchmesser und l die Hubhöhe der beiden Kolben bezeichnet, so wird von einem Kolben während des einzigen Auf- und Niederganges ein Dampfvolumen $= 2 l \cdot \frac{1}{4} \pi d^2$ verbraucht, welches zur Größe der gesammten Heizfläche S in einem bestimmten constanten Verhältniß stehen muß. Als Resultat aus vielen Beobachtungen ergibt sich aber, daß der Werth dieses Verhältnisses, wenn man S in Quadratfußen, d und l in Zollen ausdrückt, durchschnittlich = 0·12 zu setzen ist, nämlich:

$$\frac{S}{\frac{1}{2} \pi d^2 l} = 0{\cdot}12 \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (II).$$

Die Dampfspannung im Kessel ist seit längerer Zeit von den englischen Ingenieuren immer mehr verstärkt worden, sie beträgt in den neueren Maschinen fast durchgängig 9·16 Atmosphären, während man sich früher noch meistens mit 7—8 Atmosphären begnügte. Ebenso wurde auch der Durchmesser des Kessels nach und nach bis auf 4½—5½′ erweitert, während man die Stärke des Kesselbleches um nichts vermehrte. Die französischen Gesetze geben hier folgende Vorschriften:

Da aber die directe Heizfläche S_1 sich zur indirecten $S_2 = 1 : 10$ zu verhalten pflegt, so würde man etwa $S_1 = 95$ □′ und $S_2 = 945$ □′ anzunehmen haben.

Zweites Beispiel. Eine Locomotive von 24 Ton. Gewicht mit einem Tender von 11 Ton. soll einen gemischten Zug, der aus 16 Wagen, theils Personen-, theils Güterwagen von $7\frac{1}{2}$ Ton. Gewicht besteht, auf $\frac{1}{300}$ Steigung mit 28 Meilen Geschwindigkeit pro Meile aufwärts, und mit 34 Meilen Geschwindigkeit abwärts fahren.

Der Durchmesser der Triebräder ist nach deren größter Geschwindigkeit von 34 Meilen zu berechnen, woraus sich dann ergibt, daß er, bei $2\frac{3}{4}$ Umdrehungen der Räder in einer Secunde, etwa = 6′ sein muß. Deßgleichen findet man die übrigen Dimensionen der Maschinentheile durch eine ähnliche Rechnung wie oben:

Durchmesser des Kolbens	= 15″
Hubhöhe	= 22″
Directe Heizfläche	= 90 □′
Indirecte „	= 900 □′
Auszuübende Zugkraft	= 5230 Pfd.
Dampfspannung im Kessel	= 7 Atm.

Die erforderliche Belastung der Triebräder würde der Rechnung zufolge mindestens = 15 Ton., oder für jedes Rad = $7\frac{1}{2}$ Ton. sein, was aber nicht mehr zulässig ist; man würde also in diesem Falle 4 gekuppelte Räder anzuwenden haben.

§. 122.

Ueber die Locomotiven deutscher Eisenbahnen.

Die ersten Locomotiven auf den neuesten Bahnen Deutschlands gehörten den Systemen von Stephenson und Norris an und wurden aus englischen Maschinenwerkstätten bezogen. Erst mit der weiteren Entwickelung des Eisenbahnwesens in Deutschland entstunden auch deutsche Maschinenetablissements, welche theils die englischen oder amerikanischen Mustermaschinen getreu nachahmten, theils dieselben etwas veränderten, und hinsichtlich der Genauigkeit in der Ausführung und Solidität nicht nur erreichten, sondern sogar übertrafen.

Die bisher in Deutschland angewendeten Locomotiven lassen sich wieder in 3 Klassen bringen. Die erste Klasse bilden die Personentransportmaschinen mit 2 großen, in der Mitte der Maschinen befindlichen Triebrädern. Da bei diesen Maschinen die größte Last in der Mitte auf den Triebrädern ruht, so nehmen sie bei sehr großer Geschwindigkeit leicht eine hüpfende Bewegung an, und vermehren somit die Gefahr des Entgleisens von den Schienen; man hat deßhalb in neuerer Zeit auf mehreren Bahnen für die Schnellzüge die Crampton'schen Personentransportmaschinen mit 2·1 bis 2·4 Mtr. großen Triebrädern und außenliegenden Cylindern, die in der Mitte neben dem Kessel angebracht

Erstes Beispiel. Es sind die Dimensionen der Haupttheile einer Locomotive zu berechnen, welche einen Schnellzug mit 8 Personenwagen von $7\frac{1}{2}$ Tonnen Gewicht mit einer Geschwindigkeit von 50 Meilen pro Stunde auf einer Steigung von 1 : 200 hinauffahren soll. Das Gewicht der Maschine soll 25 Tonnen, des beladenen Tenders 12 Tonnen betragen.

Die Geschwindigkeit des Zuges per Secunde, oder die Umdrehungsgeschwindigkeit der Triebräder ist $\frac{50 \cdot 5280}{60 \cdot 60} = 73{\cdot}3'$.

Wenn man also den Durchmesser der Triebräder = 8′ annimmt, so würden diese Räder in der Secunde $\frac{73{\cdot}3}{8\pi} = 3$ Umdrehungen machen müssen.

Das Totalgewicht des Zugs beträgt 97 Tonnen; nach der Formel III ist der Widerstand auf der Horizontalen pro Tonne = $26\frac{1}{4}$ Pfund, mithin für den ganzen Zug = $97 \cdot 26\frac{1}{4}$ = ... 2546 Pfund.

Dazu ist der Sicherheit wegen für unvorhergesehene Fälle noch $\frac{1}{4}$ zu addiren = ... 636 „

Der durch die Steigung hervorgerufene Widerstand beträgt $\frac{1}{200} \cdot 97 \cdot 2240$ . . . . . 1086 „

Also ist der Gesammtwiderstand, welchen die Maschine muß überwinden können . . . . . $T = 4268$ Pfund.

Wenn man nun die Dampfspannung im Kessel zu 7 Atm. annimmt, so würde man für den Cylinder nur einen Dampfdruck von $4\frac{1}{2}$ Atm. in Rechnung bringen können, weil 1 Atm. für den Gegendruck der äußeren Luft, und $1\frac{1}{2}$ Atm. für die passiven Widerstände in den Röhren, im Schieberkasten und in den Einflußöffnungen des Cylinders, sowie für den Gegendruck des entweichenden Dampfs abgerechnet werden müssen. Es repräsentiren aber $4\frac{1}{2}$ Atmosphären einen Druck $p = 4\frac{1}{2} \cdot 16\frac{1}{2} = 74{\cdot}25$ Pfd. pro □″. Es sind nun die Werthe von p, T und D der letztern in Zollen ausgedrückt, in die Formel I zu substituiren, dann wird

$$4268 = 74{\cdot}25 \frac{d^2 l}{8 \cdot 12} \text{ oder}$$

$$d^2 l = 5520 \text{ Kubik-Zoll.}$$

Wenn man also den innern Durchmesser d des Cylinders etwa 16″ annimmt, so müßte der Kolbenhub $l = 21 - 22$″ werden.

Um, bei Voraussetzung des Adhäsions-Coefficienten = $\frac{1}{6}$, eine hinreichende Adhäsion der Triebräder auf den Schienen zu bekommen, muß man denselben mit Inbegriff ihres Eigengewichts eine Belastung von mindestens $\frac{6 \cdot 4268}{2240} = 11\frac{1}{2}$ Ton., oder für jedes Triebrad von $5\frac{1}{2}$ Ton. geben.

Die erforderliche Größe der gesammten Heizfläche S bekommt man durch Anwendung der Formel II, nämlich:

$$\frac{S}{\frac{1}{2} \cdot 3{\cdot}14 \cdot 5520} = 0{\cdot}12 \text{ oder } S = 1040 \text{ □′.}$$

5) Jede Achse, deren Räder Spurkränze haben, muß mindestens $^1/_5$ der Totallast der Locomotive tragen.
6) Die Belastung der Vorderachse soll bei dem angegebenen Minimalabstand vom Schwerpunkt nicht weniger als $^1/_3$ des Totalgewichts betragen. Ist der Abstand der Vorderachse mindestens gleich der Hälfte des betreffenden Minimal-Radstandes, so darf die Belastung bis auf $^1/_4$ des Totalgewichts ermäßigt werden; weniger als $^1/_4$ ist in keinem Falle zulässig. Es empfiehlt sich, alle diese für die Belastung der Vorderachse angegebenen Verhältnißzahlen um 20 Procent zu erhöhen.
7) Die Treibachse muß hinreichend belastet sein, um die Schnellzüge der Bahn, für welche die Maschine bestimmt ist, fortzuschaffen. Hiernach und nach der Belastung der übrigen Räder richtet sich das Gewicht der Maschine.
8) Die Belastung der einzelnen Räder muß möglichst constant und unabhängig von den Unebenheiten der Bahn gemacht werden.

Dieß läßt sich bei sechsrädrigen Maschinen dadurch erreichen, daß die eine Endachse durch eine Querfeder belastet wird, oder die etwa gesonderten Federn dieser Achse durch einen Querbalancier verbunden werden, während die Uebertragung der Last auf die beiden andern Achsen auf jeder Seite der Maschine durch einen Balancier und zwei Federn, oder aber durch eine gemeinschaftliche Feder bewirkt wird. Die Querfeder wird am besten an der am wenigsten belasteten Endachse angebracht sein. Wenn die Construction dieses nicht zuläßt, so wird die Stabilität vermindert; sie kann jedoch innerhalb gewisser Gränzen wieder vergrößert werden, wenn die übrigen Achsen, Lager außerhalb der Räder erhalten.

9) Der Durchmesser der Triebräder darf nicht zu klein, der Kolbenhub nicht zu groß sein. $6^1/_2$ Fuß oder 2·04 Mtr. Raddurchmesser bei 20 Zoll oder 0·52 Mtr. Kolbenhub gibt ein günstiges Verhältniß.
10) Es ist nicht räthlich, Laufräder unter $3^1/_2$ Fuß oder 1 Mtr. Durchmesser zu nehmen.
11) Solid abgesteifte Laufachsengabeln.
12) Möglichst tiefe Lage des Kessels.
13) Möglichst richtiges Balanciren der Kolben nebst Zubehör. Letztere Bestandtheile sind so leicht zu machen, als mit der erforderlichen Stärke vereinbar.
14) Steuerung thunlichst einfach.
15) Feste Kuppelung zwischen Locomotive und Tender, durch elastische Puffer gespannt.
16) Radstand des Tenders nicht unter 11 Fuß oder 3·45 Mtr., dabei außenliegende Lager und ein Raddurchmesser von nicht unter $3^1/_2$ Fuß oder 1 Mtr.

Erforderniſſe der für Güterzüge geeigneten Locomotiven in ihren Hauptconſtructionsverhältniſſen.

a. Für Bahnen mit günſtigen Steigungsverhältniſſen.

Vorausgeſetzte Leiſtungsfähigkeit: Fortſchaffung von 14000 Ctr. oder 718·2 Ton. Bruttolaſt auf horizontaler Bahn, bei mittlern Witterungsverhältniſſen, mit einer Maximalgeſchwindigkeit von 15 Minuten per Meile oder 8 Mtr. per Secunde.

1) Vier gekuppelte Räder.
2) Belaſtung der gekuppelten Achſen, einſchließlich des Eigengewichts der Achſen und Räder mit $^1/_{55}$ der fortzuſchaffenden Bruttolaſt.
3) Ein Treibraddurchmeſſer von 5 Fuß oder 1·57 Mtr., Kolbenhub von 22 bis 24 Zoll oder 0·57 bis 0·62 Mtr. und Cylinderdurchmeſſer von 16 Zoll oder 0·416 Mtr. bei 100 Pfd. Dampfdruck, ſowie ein Treibraddurchmeſſer von 4 Fuß oder 1·25 Mtr., Kolbenhub von 24 Zoll oder 0·628 Mtr., Cylinderdurchmeſſer von $15^1/_2$ Zoll oder 0·4 Mtr. bei 80 Pfd. Dampfdruck, erſcheinen als günſtige Verhältniſſe.

Ein geringeres Maß als 4 Fuß oder 1·25 Mtr. für den Raddurchmeſſer iſt für die angenommene Maximalgeſchwindigkeit unzweckmäßig. Für die angegebenen Verhältniſſe läßt ſich der Keſſel ſo conſtruiren, daß er die nöthige Verdampfungsfähigkeit beſitzt.

Ein weſentlich anderes Verhältniß zwiſchen der aus Cylinderdurchmeſſer, Kolbenhub und Dampfdruck reſultirenden Kraft zu dem aus dem Durchmeſſer der Treibräder und deren Belaſtung reſultirenden Widerſtand gegen das Gleiten würde, wenn dieſer Widerſtand geringer wäre, das Gleiten der Treibräder befördern, und wenn jene Kraft geringer wäre, die Zugkraft vermindern, ſowie die Fortſchaffung einer todten Laſt zur Folge haben.

4) Es iſt unbedenklich, ſämmtliche Achſen vor den Feuerkaſten zu legen.
5) Für eine Länge des Keſſels einſchließlich des Feuer- und Rauchkaſtens von $18^1/_2$ bis $19^3/_4$ Fuß oder 5·8 bis 6·2 Mtr., ſoll der Radſtand mindeſtens 10, reſpective $10^1/_2$ Fuß oder 3·14, reſp. 3·29 Mtr. ſein. Ein längerer Radſtand wirkt vortheilhaft in Bezug auf die Abnutzung der Lager. Ein Radſtand unter 3·14 Mtr. iſt unzuläſſig.
6) Der Abſtand der Vorderachſe vom Schwerpunkt ſoll mindeſtens die Hälfte des Minimalradſtandes betragen.
7) Die Vorderachſe iſt für den Minimalabſtand vom Schwerpunkt mit nicht weniger als $^1/_4$ des ganzen Gewichts der Maſchine zu belaſten. Beträgt der Abſtand der Vorderachſe vom Schwerpunkt mindeſtens $^2/_3$ des Minimalradſtandes, ſo darf die Belaſtung derſelben auf $^3/_{16}$ der Totallaſt ermäßigt werden. Weniger als $^3/_{16}$ iſt in keinem Falle zuläſſig.
8) Die Belaſtung aller Achſen iſt conſtant zu machen. Dieß iſt zu erreichen, indem entweder die geſonderten Federn der gekuppelten Achſen durch

Balançiers verbunden oder beide Achsen auf jeder Seite der Maschine durch eine gemeinschaftliche Feder belastet werden.

9) Absteifung der Laufachsgabeln.

10) Möglichst vollkommene Expansion.

b. Für Bahnen mit ungünstigen Steigungsverhältnissen bis 1 zu 80.

Vorausgesetzte Leistungsfähigkeit: Fortschaffung von 3000 Centner oder 154 Ton. Bruttolast bei mittleren Witterungsverhältnissen mit einer Maximalgeschwindigkeit von 20 Minuten per Meile oder 6·2 Mtr. per Secunde.

1) Sechs gekuppelte Räder.

2) Eigengewicht der Maschine in betriebsfähigem Zustande $^1/_6$ bis $^1/_5$ der Bruttolast oder 25 bis 30 Ton.

3) 4 Fuß oder 1·25 Mtr. Raddurchmesser, 24″ oder 0·628 Mtr. Kolbenhub und 16″ oder 0·416 Mtr. Cylinderdurchmesser bei 80 Pfd. Dampfdruck, erscheint als günstiges Verhältniß.

4) Es ist zweckmäßig, sämmtliche Achsen so zu legen, daß sie gleich belastet sind.

5) Die Belastung der Achsen ist in der oben angedeuteten Weise constant zu machen (sub a. 8).

6) Für den Radstand gilt im Allgemeinen das (sub a. 5) Angeführte. Für Kessellängen von 21$^1/_2$ Fuß oder 6·75 Mtr. bestimmt sich das Minimum des Radstandes auf 11 Fuß oder 3·45 Mtr.

7) Möglichst vollkommene Expansion.

Dem entsprechend bestehen zur Zeit auf der Gr. badischen Staatsbahn 4 Arten von Locomotiven, Taf. XXXVI. Fig. 1—4.

Fig. 1 ist eine schwere Güterzugmaschine mit 3 Achsen und 6 gekuppelten Rädern. Das Gewicht mit Wasser und Kohlen beträgt 800 Ctr.

Fig. 2 ist eine Maschine für gemischte Züge mit 2 Achsen und 4 gekuppelten Rädern und 650 Ctr. Gewicht.

Fig. 3 stellt eine Personenzugmaschine dar mit 4 Achsen und 4 gekuppelten Triebrädern. Sie ist vorzugsweise für Bahnstrecken mit ziemlich starken Steigungen (1·5 Proc.) und wiegt 700 Ctr.

Fig. 4 ist eine Crampton'sche Personenschnellzugmaschine und wiegt 600 Ctr.

Indem wir zum Schlusse dieses Kapitels eine Tabelle für die Hauptdimensionen der Locomotiven Deutschlands folgen lassen, bemerken wir, daß die großen fahrplanmäßigen Geschwindigkeiten der Eisenbahnzüge in den verschiedenen Ländern Europa's folgende sind:

	Mittlere Geschwindigkeit pro Stunde in Meilen.
Deutsche Bahnen	4·43
Russische „	3·96
Belgische „	5·20
Französische „	6·30
Englische „	6·80.

Tabelle
für die Hauptdimensionen der Locomotiven in Deutschland.

Theile der Maschinen.	Baden			Baiern	Oesterreich	
	Stephenson 1	Meyer 2	Keßler 3	Meyer 4	Meyer 5	Engerth 6
	Mtr.	Mtr.	Mtr.	Mtr.	Mtr.	Mtr.
Cylinder-Durchmesser	0·355	0·355	0·329	0·304	0·329	0·474
Hub	0·457	0·540	0·456	0·508	0·632	0·600
Durchm. d. Treibräder	1 676	1·829	1·672	1·530	1·264	1·108
„ „ Laufräder	1·090	1·090	1·090	0·920	0·790	1·108
„ „ Kessel . .	0·940	1·020	1·037	1·020	1·122	1·524
Länge der Kessel .	3·680	3·760	2·432	2·750	3·792	4·42
Anzahl der Röhren .	150	121	99	111	115	—
Innerer Durchmesser der Röhren . .	0·041	0·041	0·05	0·041	0·041	—
Feuerbüchse Länge .	0·950	1·170	0·808	—	C. Mtr.	1·00
Feuerbüchse Breite .	0·950	1·073	1·191	—	1·153	1·316
Feuerbüchse Höhe .	1·220	1·180	1·076	—		1·58
Directe Heizfläche bei der Feuerbüchse .	□ Mtr. 5·57	□ Mtr. 5·34	□ Mtr. 5·05	□ Mtr. 5·00	□ Mtr. 5·00	□ Mtr. 6·93
Heizfläche der Röhren	71·06	61·93	40·75	43·00	71·85	131·67
Totale Heizfläche .	76·63	66·73	45·80	48·00	77·88	138·60
Gewicht der Maschine (leer)	Kilogr. 17000	Kilogr. 17200	—	Kilogr. 14600	Kilogr. 17000	Kilogr. 47040

1) Neuere Maschine von Stephenson mit 6 Rädern.
2) Maschinen mit innern Cylindern und Expansion mit 6 Rädern.
3) „ „ „ „ „ „ „ „ „
4) „ „ äußern „ „ äußern Rahmen mit 6 Rädern.
5) Amerikanische Maschinen mit 6 Rädern.
6) Semmering-Maschinen mit Tender, 10 Räder.

Wagen.

§. 123.

a) Personenwagen.

Die Anforderungen an diesen Theil des Betriebsmaterials einer Eisenbahn sind so verschieden und mannigfaltig, daß es äußerst schwierig, ja unmöglich ist, sie alle vollkommen zu befriedigen.

Kein Wagensystem hat auch bis jetzt allgemein Eingang gefunden, vielmehr läßt sich bei den ausgeführten Bahnen verschiedener Länder eine wesentliche Verschiedenheit in der Einrichtung der Wagen erkennen, und ist man allerwärts bemüht, noch weitere Verbesserungen und Vervollkommnungen in

diesem Zweige der Eisenbahntechnik eintreten zu lassen, da ohne ein gutes Betriebsmaterial selbst die beste Eisenbahn nur ungenügende Resultate zu liefern vermag.

Die Schwierigkeiten bei der Construction der Wagen liegen hauptsächlich darin, daß die Befriedigung der Haupterfordernisse dieser Construction zum Theil entgegengesetzte Maßnahmen bedingt und es folglich darauf ankommt, ein richtiges Mittel zu wählen, welches allen Bedingungen und Verhältnissen des Alignements, Betriebs und Verkehrs der Bahn am meisten entspricht.

Wie aber auch diese Verhältnisse sein mögen, so sind bei der Construction der Personenwagen folgende Hauptpunkte zu berücksichtigen:

1) daß ihre Bewegung eine ruhige und sichere sein soll und
2) möglichst wenig Widerstände erzeuge, besonders in Kurven von geringem Halbmesser;
3) daß sie möglichst viele Personen fassen und dabei für den Betriebsdienst bequem sind.

Bis jetzt hat man vier-, sechs- und achträdrige Eisenbahnwagen in Anwendung gebracht, die Wahl der einen oder andern Gattung hängt von den Betriebs- und Verkehrsverhältnissen einer Bahn, sowie von den verschiedenen Ansichten der Ingenieure ab.

Die ältesten Wagen sind die nach englischem System, nach welchem die Wagenkasten 3, höchstens 4 Coupées haben, die auf 4 Rädern ruhen. Dieses System ist noch üblich auf den meisten englischen und belgischen, auf einem großen Theile der französischen Bahnen. Die Kasten haben in der Regel eine Länge zwischen 4·8 und 7 Mtr., bei einer Höhe von 1·52 bis 1·8 Meter. Der Radstand variirt zwischen 2·25 und 4·2 Mtr. und ihr Gewicht übersteigt selten 3000 bis 4000 Kilogramm. Je nach der Klasse enthalten sie 18 bis 24, nur selten 32 bis 35 Plätze.

Das Bedürfniß größerer Wagen auf Bahnen mit großem Personenverkehr rief später die Construction sechs- und achträdriger Wagen hervor; erstere findet man fast ausschließlich auf den norddeutschen Bahnen, letztere insbesondere auf den amerikanischen und als Nachahmung auf einigen österreichischen Bahnen, in der Schweiz und in Württemberg. Bei den sechsrädrigen Wagen haben die Kasten eine Länge von 7·5 bis 10·5 Meter, sind in 4 oder 5 Coupées abgetheilt und fassen 30 bis 50 Personen. Der Radstand variirt zwischen 4·5 und 7·32 Mtr. Zuweilen ist bei den sechsrädrigen Wagen mit größerem Radstande als 5 Mtr. die Construction der Aufhängung auf den Federn der Art, daß eine kleine Drehung der Vorder- und Hinterachsen gestattet ist, wodurch das Befahren von Kurven mit ziemlich kleinen Radien möglich wird (Main-Weser-Bahn). Das Gewicht dieser Wagen variirt zwischen 6000 bis 7500 Kilogr. Die amerikanischen achträdrigen Wagen haben Kasten von 11 bis 12 Mtr. Länge; dieselben sind zuweilen in Abtheilungen getheilt und enthalten 50 bis 100 Personen. Die Wagenkasten ruhen auf 2 um einen Zapfen beweglichen vierrädrigen Untergestellen und können somit trotz ihrer bedeuten-

den Länge in scharfen Kurven laufen. Das Gewicht dieser achträdrigen Wagen variirt zwischen 10000 und 12000 Kilogr.

Außer diesen 3 Hauptsystemen gibt es noch andere Wagenconstructionen, wie z. B. die belgischen mit niederem Gestelle, die Wagen mit mechanischen Untergestellen von Themor und andern mehr, welche wir jedoch hier nicht näher berücksichtigen wollen.

Betrachten wir die 3 Hauptsysteme bezüglich ihrer Sicherheit für den Betriebsdienst, so haben wir vor Allem zu untersuchen, wie die Radachsen belastet und welchen nachtheiligen Einwirkungen sie, besonders bei dem Befahren von Kurven, ausgesetzt sind.

Dem oben angeführten Gewichte nach belastet leer das vierrädrige Wagensystem die Achse mit 1500 bis 2000 Kilogr., das sechsrädrige mit 2000 bis 2500 Kilogr. und das amerikanische achträdrige mit 2500 bis 3000 Kilogr. Vollständig besetzt und das Gewicht der Personen zu 75 Kilogr. durchschnittlich angenommen, findet sich die Belastung der Achse bei dem

vierrädrigen (30 Personen) System zu 2625—3125 Kilogr.
sechsrädrigen (50 Personen) „ „ 3250—3750 „
achträdrigen (80 Personen) „ „ 4000—4500 „

Die Achsenbelastung, welche die Personenwagen der meisten Bahnen durchschnittlich zu tragen haben, ist jedoch weit von der obigen Maximalbelastung entfernt, für deren Beförderung sie construirt sind, und es ergeben sich daher auch die Einwirkungen auf Achsen und Räder geringer, als sich nach Einrichtung der Wagen vermuthen ließ; immerhin läßt sich aber aus den obigen Zahlen für die Achsenbelastungen der Schluß ziehen, daß *die leichten vierrädrigen Personenwagen in Bezug auf Sicherheit gegen Achsen- und Federbruch, insofern derselbe von der Belastung herrührt, vor den andern Wagen den Vorzug verdienen.*

Die nachtheiligen Einwirkungen, welchen die Wagen der verschiedenen Systeme unter sonst gleichen Umständen bei rascher Bewegung in Kurven ausgesetzt sind, und welche darin bestehen, daß sich die Spurkränze der äußern Räder trotz den üblichen Vorbeugungsmitteln gegen die Schienen pressen, somit eine bedeutende Reibung und folglich auch Abnutzung zur Folge haben, müssen offenbar um so geringer sein, je kleiner der Radstand ist; hieraus geht abermals hervor, daß die vierrädrigen Wagen den Vorzug vor den sechsrädrigen verdienen. Aber auch die Achsen der amerikanischen Wagen sind weit nachtheiligeren Einwirkungen unterworfen, als dieselben Theile der vier- oder sechsrädrigen Wagen, obschon sie bewegliche Gestelle haben; die Drehgestelle mit kurzem Radstande drängen sich nämlich, sobald die Räder durch Abnutzung der Spurkränze einigen Spielraum zwischen den Schienen erlangt haben, so beträchtlich im Geleise, daß die Räder sehr bedeutende Pressungen gegen die Spurkränze, besonders bei der Fahrt in der geraden Bahn, zu ertragen haben; ferner wirken die Massen der langen blos an den Enden gestützten Wagenkästen, sobald eines der Drehgestelle, durch Ungleichheiten im Geleise,

eine Erschütterung nach oben oder unten bekommt, hammerartig auf die Achsenschenkel, woher es kommt, daß die bei weitem meisten Achsen an Wagen mit amerikanischen Gestellen brechen. Das amerikanische Gestellsystem hat ferner die bedenkliche Eigenschaft, daß, beim Ausgleisen eines Wagens derselbe nicht, wie bei andern Systemen, insbesondere bei dem sechsrädrigen, noch eine Zeit lang parallel der Bahn fortläuft, sondern da das Drehgestelle sich sofort nach der Quere stellt, von der Bahn abgeht, wo dann eine Zertrümmerung eines oder mehreren Wagen die Folge ist. Diesen Nachtheil haben alle mit beweglichen Untergestellen gebauten Wagen mit den amerikanischen gemein.

Wenn sonach die vierrädrigen Wagen in Bezug auf Sicherheit hinsichtlich der Achsenbrüche und Leichtigkeit der Bewegung in Kurven vor allen andern Systemen den Vorzug verdienen, so läßt sich doch nicht läugnen, daß sie gegen die sechsrädrigen Wagen folgende Nachtheile haben:

1) nur wenig Personen aufnehmen;
2) bei einiger Abnutzung der Spurkränze in den geraden Bahnstrecken und bei großer Geschwindigkeit eine schlängelnde Bewegung annehmen;
3) wegen der geringen Belastung der Vorderachsen leichter aus der Bahn springen, wie die andern sechs- oder achträdrigen Wagen;
4) sich weniger angenehm und ruhig fahren, wie die sechsrädrigen Wagen;
5) endlich bei einem vorkommenden Achsenbruche mehr Gefahr für die übrigen Wagen des Zugs haben, wie die sechsrädrigen Wagen.

Obgleich daher die Endachsen der sechsrädrigen Wagen, je nach Maßgabe der Länge des Radstandes, der Construction der Aufhängung des Wagens und des Halbmessers der Kurve, mehr oder minder starke seitliche Pressungen erleiden, die im Laufe der Zeit, durch die tausendfältige beugende und verdrehende Einwirkung auf die Achse, deren Bruch herbeiführen, so haben dieselben doch für Bahnen mit starkem Personenverkehr wesentliche Vorzüge, die hauptsächlich darin bestehen, daß sie sich ruhig und angenehm fahren, viele Personen aufnehmen, nicht leicht aus dem Geleise kommen, am wenigsten Gefahr bringen, wenn eine Achse bricht, und endlich, wenn der Radstand nicht größer als 4·5 Meter ist, auch nur unbedeutend mehr Reibung in den Kurven erzeugen als vierrädrige Wagen mit 3·6 Mtr. Radstand; auch die nachtheiligen Einwirkungen auf die Achsen sind in diesem Falle nur circa ein Procent größer wie bei den vierrädrigen Wagen, so daß auf 99 Achsenbrüche der letztern etwa 100 der sechsrädrigen Wagen kommen.

Für den Betriebsdienst während der Fahrt haben sowohl die vier- wie sechsrädrigen Wagen den Nachtheil, daß bei Bahnen, wo nicht gerade die Einrichtung besteht, wie in Frankreich auf der Ostbahn, und die Reisenden ihre Billete beim Ausgange aus der Station abgeben müssen, der Schaffner seinen Dienst von den Wagentritten aus versehen muß, was immerhin besonders im Winter mit einiger Gefahr für denselben verbunden ist und auch

durch das Oeffnen der Thüren dem reisenden Publikum nicht zur Annehmlichkeit dient. Es ist dieß ein Umstand, der immer mehr und mehr Beachtung finden wird und dem amerikanischen Wagensysteme viele Anhänger verschafft.

Nebstdem hat das amerikanische System auch für das reisende Publikum den Vortheil, daß der Verkehr in dem Zuge selbst ein sehr leichter und bequemer ist und sich daher auch alle diejenigen Einrichtungen, welche geeignet erscheinen, die Annehmlichkeiten des Reisens, insbesondere bei Schnellzügen und auf großen Linien, zu erhöhen, viel leichter und mit weniger Kosten ausführen lassen, wie bei Wagen des englischen Systems. Wenn man bedenkt, welche Ansprüche heut zu Tage in dieser Hinsicht von dem Publikum gestellt zu werden pflegen, daß die Wagen im Winter erwärmt sein sollen, daß sich im Zuge ein leicht zugänglicher Abtritt befindet und wie bereits bei der amerikanischen Pacificbahn sogar Restaurationslocale vorhanden sein sollen, so wird man nicht zu weit gehen, wenn man sich der Behauptung der Freunde des amerikanischen Systems anschließt, daß nämlich dieses System, wenn es noch mehr verbessert wird, allgemein bei allen Bahnen Eingang finden muß.

Auch einen Vortheil für den Bau der Eisenbahnen hat dieses System dadurch, daß alle erhöhten Gegenstände, wie Hochbauten, Brückenwiderlager u. s. w. in geringerer Entfernung von der Mitte des Geleises gehalten werden können, wie bei den Wagen, welche die Thüren auf der Seite haben.

Es wird daher ungeachtet der obenerwähnten Nachtheile der achträdrigen Wagengestelle, zu denen sich noch die weiteren gesellen, daß die Wagen wegen ihres großen Gewichts den Dienst auf der Station erschweren, daß sie dem Reisenden weniger Bequemlichkeit gewähren, daß sie sich sehr langsam entleeren, indem sie nur 2 Ausgänge haben, das amerikanische System bei Bahnen mit starken Kurven, auf denen ein bedeutender Personenverkehr stattfindet, stets das beste sein.

Werden aber die amerikanischen Wagen kürzer und vierrädrig gebaut, wie dieß in Württemberg und der Schweiz geschieht, so fallen auch die angeführten Nachtheile hinweg und es entsteht ein Wagensystem, welches für alle Bahnen in jeder Beziehung den Vorzug verdient, da es ohnehin die Möglichkeit nicht ausschließt, einzelne Wagen mit kleineren Abtheilungen zu versehen, welche die gleichen Annehmlichkeiten für den Reisenden bieten, wie die Coupées der Wagen des englischen Systems.

Auf Taf. XXXVII., Fig. 1 bis 5 sind solche Wagen dargestellt, wie sie auf der württembergischen Staatsbahn im Dienste sich befinden.

Wagen nach dem englischen System der badischen Staatsbahn haben die Construction und Einrichtung, wie die Fig. 7 bis 11 zeigen.

Fig. 13 stellt die Befestigung der Zugstange mit Spiralfeder vor.

Fig. 14 eine Puffervorrichtung mit Spiralfedern.

§. 124.

b) Güter- und sonstige Transportwagen.

Dieselben unterscheiden sich von den Personenwagen insbesondere durch die Construction ihres Oberbaues. Der letztere ist bei den Transportwagen verschieden angeordnet, und richtet sich nach der Art der zu transportirenden Gegenstände.

Man hat daher:

1) Reisegepäckwagen zur Aufbewahrung solcher Reiseeffecten der Passagiere, welche dieselben nicht mit in die Personenwagen zu nehmen berechtigt sind. Gewöhnlich sind diese Wagen vierrädrig und haben zu beiden Langseiten des Wagenkastens je eine größere Schiebethüre.

2) Equipagenwagen, ebenfalls meistens nur vierrädrig und zum Transport von Equipagen und Wagen bestimmt. Die Seitenwände des Wagens bilden eine Art Geländer von etwa 1·5 Meter Höhe und sind zum Wegnehmen eingerichtet. Ganz gleiche Wagen dienen für den Transport des Schlachtviehs.

3) Pferdewagen, gleichfalls gewöhnlich nur vierrädrig. Sie dienen zum Transport von Pferden, welche sich nicht auf Equipagenwagen transportiren lassen. Die Kasten sind vollständig geschlossen, im Innern für 3 oder mehrere Pferdestände abgetheilt und mit einem Dache versehen. Auf der Seite, wo die Pferde eingeführt werden, läßt sich die Wand umlegen.

4) Güterwagen:

α) bedeckte, zum Transport werthvoller Güter, um sie vor Beschädigung zu sichern. Die Construction des Oberbaues kommt mit der der Reisegepäckwagen überein. Die Wagen können vier-, sechs- oder achträdrig sein, je nach der Größe des Verkehrs und dem auf einer Eisenbahn adoptirten Wagensystem;

β) offene, zum Transport größerer Gegenstände, als wie Fässer, Holz, Baumwolle, Baumaterialien aller Art. Der Oberbau besteht lediglich nur aus einem Aufsatze von umlegbaren massiven Seitenwänden von 0·6—1·5 Meter Höhe

§. 125.

Gewichte der Wagen.

Auf der badischen Eisenbahn haben die Eisenbahnwagen folgende Gewichte:

Personenwagen 1ster u. 2ter Kl.	für 28	Personen	4750	Kilogr.	vierrädrig.
„ 2ter „	„ 20	„	4550	„	
„ 3ter „	„ 36	„	4350	„	
Salonwagen	32	„	6250	„	sechsrädrig.

Equipagenwagen	3150 Kilogr.	vierrädrig.
Gedeckter Güterwagen	3500 „	
„ „ mit Cabriolet . . .	4500 „	
Offener Güterwagen	3000 „	
Gedeckter „	6650 „	sechsrädrig.
„ „	5500 „	

§. 126.

Technische Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen über den Bau und die Betriebseinrichtungen der Eisenbahnen. 1866.

C. Locomotiven.

Radstand.

§. 106. Bei Locomotiven ist ein nach den Bahnverhältnissen möglichst langer Radstand zu empfehlen.

Für Bahnen, welche in freier Bahn vielfach Curven enthalten:

von 800—1000 Fuß (240—300 m.) Radius wird 10 Fuß (3,m·0),
„ 1000—1200 „ (300—360 m.) „ „ 12½ „ (3,m·8),
„ 1200—1500 „ (360—460 m.) „ „ 14 „ (4,m·3),
über 1500 „ (460 m.) „ „ 16 „ (4,m·9)

als Maximum des Standes der festen Achsen nicht zu überschreiten empfohlen.

§. 107. Wo in der freien Bahn Curven unter 800 Fuß (240,m·0) Radius vorkommen, ist die Anwendung von beweglichen Radgestellen oder verschiebbaren Achsen zu empfehlen.

Gewichtsvertheilung.

§. 108. Bei dem auf eine Achse kommenden Gewicht wird empfohlen 260 Zoll-Centner (incl. Achse und Räder) als Maximum nicht zu überschreiten.

§. 109. Bei der Gewichtsvertheilung ist vorzugsweise eine angemessene Belastung der Vorderachse (bei dreiachsigen Personenzug-Locomotiven mindestens ¼ des Maschinengewichts) nothwendig. Ist die Hinterachse der dreiachsigen Locomotive Laufachse, so ist dieser nicht unter ⅕ des Locomotivgewichts zuzutheilen. Eine gleiche Vertheilung der Last auf die gekuppelten Achsen wird empfohlen.

§. 110. Für die Unterstützung der Locomotiven wird ein solches System empfohlen, wobei unter Anwendung von Balanciers die Stützung auf drei Punkten erfolgt.

Räder.

§. 111. Die Räder der Locomotiven sollen aus bestem Schmiedeeisen oder Stahl bestehen; für die Naben ist die Anwendung von Gußeisen zulässig. Räder, bei denen nicht schon durch die Construction ein fester Unterreif gebildet wird, sind zu vermeiden.

§. 112. Sämmtliche Räder müssen mit Spurkränzen versehen sein. Die Höhe der Spurkränze darf von der Oberkante der Schienen gemessen bei mittlerer Stellung des Rades im Zustande der größten Abnützung nicht mehr als 1⅛ Zoll (35 m.m.) und nicht weniger als 1 Zoll (25 m.m.) betragen.

§. 113. Der Spielraum für die Spurkränze (nach der Gesammtverschiebung der Achse an dieser gemessen) darf nicht unter ⅜ Zoll (10 m.m.) und auch bei größester zulässiger Abnützung nicht über 1 Zoll (25 m.m.) betragen. Nur bei den Mittelrädern sechsräderiger Loco-

[illegible] ist ein Gesammtspielraum (bei übrigens gleichem lichten Abstande zwischen den Rädern) bis 1½ Zoll (38 m.m.) zulässig.

§. 114. Der lichte Abstand zwischen den Rädern (innere lichte Entfernung zwischen den beiden Radreifen) soll in normalem Zustande 4 Fuß 5½ Zoll (1,m-36) betragen. Eine Abweichung bis zu ¼ Zoll (3 m.m.) über oder unter diesem Maß ist zulässig.

§. 115. Die Breite der Radreifen soll nicht unter 5 Zoll (127 m.m.) und nicht über 6 Zoll (152 m.m.) betragen.

§. 116. Die geringsten Durchmesser der Triebräder der Locomotiven sollen betragen:

a. für Züge bis 4 Meilen Geschwindigkeit per Zeitstunde 3½ Fuß (1,m-07);
b. für Züge von 4 bis 6 Meilen Geschwindigkeit per Zeitstunde 4½ Fuß (1,m-37)
c. für Züge von über 6 Meilen Geschwindigkeit per Zeitstunde 5 Fuß (1,m-52).

Kessel.

§. 117. Der Kessel der Locomotive soll soviel als thunlich niedrig gelegt werden.

§. 118. Der Langkessel soll einen kreisförmigen Querschnitt haben und die Walzenrichtung der Bleche rechtwinkelig gegen die Kesselachse stehen; die parallel zur Kesselachse laufenden Nähte sollen eine doppelte Nietung erhalten und nicht im tiefsten Punkte des Kessels liegen.

Es ist Sorge zu tragen, daß die Ausdehnung des Kessels durch die Wärme möglichst wenig behindert werde.

§. 119. Die Aufhängung eines Theiles der Deckenträger des Feuerkastens an dem äußeren Kessel wird empfohlen.

Bei Anwendung von Schraubenstehbolzen ist das Durchbohren derselben ein zweckmäßiges Mittel zur Erkennung der Brüche.

§. 120. Dampfspannungen von 7—8½ Atmosphären Ueberdruck haben sich als zweckmäßig bewährt.

Ueber höhere Dampfspannungen liegen in Deutschland keine Erfahrungen vor.

§. 121. Die Kesselwände dürfen bei einer mit Wasser bis zu dem mindestens 1½fachen zulässigen Druck vorzunehmenden Probe ihre Formen an keiner Stelle bleibend verlieren.

Ueber diese Probe vergl. §. 28—30 der Sicherheitsanordnungen.

Sicherheitsventile.

§. 122. Jede Locomotive soll mindestens mit zwei Sicherheitsventilen versehen sein.

§. 123. Die Sicherheitsventile sollen in solcher Weise belastet sein, daß den Ventilen eine vertikale Bewegung von wenigstens ⅛ Zoll (3 m.m.) möglich ist.

Manometer.

§. 124. Um während der Fahrt die Veränderung der Dampfspannung im Kessel beobachten zu können, soll ein möglichst vollkommenes Manometer an jeder Locomotive angebracht sein.

Wasserstandszeiger.

§. 125. Der Kessel soll einen Wasserstandszeiger mit Glasröhre und außerdem 3 Probirhähne haben, von welchem der unterste 4 Zoll (100 m.m.) über dem höchsten Theile des Feuerkastens steht.

Speiseapparate.

§. 126. Am Kessel sind mindestens zwei von einander unabhängige Speiseapparate anzubringen, von denen mindestens Einer unabhängig von der Bewegung der Maschine functionirt.

Wärmröhren.

§. 127. Jede Locomotive soll mindestens mit einem Wärmerohr versehen sein, welches mit den nach dem Tender führenden Saugröhren der Pumpen in Verbindung steht.

Dampfpfeife.

§. 128. Jede Locomotive soll mit einer kräftigen Dampfpfeife versehen sein.

Aschkasten.

§. 129. Unter dem Feuerkasten muß sich der Aschkasten befinden, dessen Vorderseite und, wo es erforderlich ist, auch Hinterseite mit einer beweglichen Klappe versehen ist, welche vom Führer geöffnet und geschlossen werden kann.

Die tiefsten Punkte der Aschkasten sollen mindestens 5 Zoll (130 m.m.) über der Oberkante der Schienen bleiben.

Funkenfänger.

§. 130. Je nach der Beschaffenheit des Brennmaterials soll der Schornstein der Locomotive entweder ganz frei oder mit einem bewährten Funkenfänger versehen sein.

Kuppelung.

§. 131. An dem vorderen Rahmstück der Locomotive müssen zwei elastische Buffer und in der Mitte desselben ein starker Zughaken angebracht sein, beide in Uebereinstimmung mit den für die Wagen vorgeschriebenen Maßen.

§. 132. Zur Verbindung der Locomotive mit dem Tender sind außer einer starken Kuppelstange unter dem Führerstande noch zwei Reserveketten erforderlich, welche erst in Anspruch genommen werden, wenn sich die Hauptverbindung lösen sollte.

Bahnräumer.

§. 133. An jeder Locomotive sollen vor den Vorderrädern kräftige Bahnräumer angebracht sein, welche genau über den Schienen stehen und von denselben 2 bis $2^1/_2$ Zoll (50—60 m.m.) entfernt sind.

Laternen.

§. 134. An der Stirnseite jeder Locomotive müssen Stützen zur Anbringung von mindestens 2 Laternen vorhanden sein.

Bedeckte Führerstände.

§. 135. Die Anbringung von Schutzdächern über den Führerständen wird dringend empfohlen.

Breite der Locomotiven.

§. 136. Die Breite der Locomotiven soll an keiner Stelle mehr als 10 Fuß (3,m·05) betragen.

Höhe des Schornsteins.

§. 137. Der Schornstein soll, von der Oberkante der Schienen gemessen, nicht über 15 Fuß (4,m·57) hoch sein.

Tender.

§. 138. Die Wasserbehälter sollen mit den Untergestellen so verbunden sein, daß eine Trennung beider durch heftigen Stoß nicht erfolgen kann.

§. 139. Für den Radstand der Tender werden die für Locomotiven getroffenen Feststellungen (§. 106) empfohlen. Auch empfiehlt sich zur Ausgleichung der Belastung auf den verschiedenen Achsen die Anwendung von Balanciers.

§. 140. Die Räder sollen nicht unter 3 Fuß (900 m.m.) Durchmesser haben und sind sämmtlich mit Spurkränzen zu versehen.

§. 141. Die Tenderräder sollen wie Locomotivräder gefertigt und hinreichend stark construirt sein.

§. 142. Die Tender sollen mit kräftigen Bremsen versehen sein.

an dieser gemessen) darf, wie bei den Locomotiven (§. 113) nicht unter $^3/_8$ Zoll (10 m.m.), und auch bei größester zulässiger Abnutzung nicht über 1 Zoll (25 m.m.) betragen.

§. 156. Der lichte Abstand zwischen den Rädern soll in normalem Zustande 4 Fuß $5^1/_2$ Zoll (1,m·36) betragen; eine Abweichung bis zu $^1/_8$ Zoll (3 m.m.) über oder unter diesem Maß ist zulässig.

§. 157. Die Höhe der Spurkränze darf von der Oberkante der Schiene gemessen bei mittlerer Stellung des Rades im Zustande der größten Abnutzung $1^3/_8$ Zoll (35 m.m.) nicht überschreiten und überhaupt nicht weniger als 1 Zoll (25 m.m.) betragen.

§. 158. Der Durchmesser der Wagenräder soll mindestens 3 Fuß (900 m.m.) betragen.

Achsen.

§. 159. Achsen vom besten Eisen können bei einem Durchmesser in der Nabe von

4 Zoll (101 m.m.) mit 75 Zoll-Ctr.
$4^1/_2$ „ (114 m.m.) „ 100 „ „
5 „ (127 m.m.) „ 130 „ „ Bruttolast im Maximum belastet werden.

Bei Anwendung von Gußstahl können diese Belastungen um 30% erhöht werden.

Für Personenwagen sind der Sicherheit wegen stets Achsen von nicht unter $4^1/_2$ Zoll (114 m.m.) Stärke anzuwenden.

Die Achse soll an keinem Punkte stärker als in der Nabe sein.

§. 160. Als zweckmäßige Länge der Achsen von Mitte zu Mitte der Schenkel ist das Maß von 6 Fuß 3 Zoll bis 6 Fuß 7 Zoll (1,m·9 bis 2,m·0) anzunehmen.

§. 161. Die Stärke der Achsschenkel ist der Bruttobelastung entsprechend zu wählen und wird mit Bezug auf §. 159 bei einem Schenkeldurchmesser von

$2^5/_8$ Zoll (67 m.m.) eine Bruttolast per Achse von 75 Zoll-Ctr.
3 „ (76 m.m.) „ „ „ „ „ 100 „ „
$3^1/_4$ „ (82 m.m.) „ „ „ „ „ 130 „ „

als Maximum für angemessen erachtet. Bei Anwendung von Gußstahl können diese Belastungen um 30% erhöht werden. Bei einer Verminderung des Durchmessers durch Abnutzung unter diese Maße ist die Achse für die correspondirende Last außer Dienst zu setzen.

Als Länge der Achsschenkel wird das $1^3/_4$- bis $2^1/_4$fache des Durchmessers empfohlen.

Alle scharfen Ansätze sind bei den Achsen als gefährlich zu vermeiden. Der Uebergang in den Achsschenkel ist durch eine Curve zu vermitteln, deren Radius mindestens gleich der Stärke des Absatzes sein soll.

Achslager.

§. 162. Die allgemeine Einführung einer flüssigen Oelschmiere wird als höchst wünschenswerth erachtet. Die Achslagerconstruction soll möglichst einfach sein, einen dichten Verschluß gegen Staub und Schmierverlust gewähren und eine rasche Revision gestatten.

Federn.

§. 163. Für Federn zu Eisenbahnwagen ist sowohl Stahl, als Gummi zulässig. Zu Tragfedern werden Druckfedern aus Stahl mit Blättern von nicht über $^1/_2$ Zoll (13 m.m.) Stärke, für Personenwagen nicht unter 5 Fuß (1,m·5), für Güterwagen nicht unter $3^1/_2$ Fuß (1,m·0) lang, als die besten empfohlen. Federn, welche ohne Glieder oder Gehänge direct die Langbäume des Wagens unterstützen, sind nicht zu empfehlen.

Bremsen.

§. 164. Die Wagenbremsen sollen so beschaffen sein, daß damit die Achsen festgestellt werden können.

§. 165. Die Bremskurbeln müssen beim Festbremsen nach gleicher Richtung und zwar rechts gedreht werden.

§. 124.

b) Güter- und sonstige Transportwagen.

Dieselben unterscheiden sich von den Personenwagen insbesondere durch die Construction ihres Oberbaues. Der letztere ist bei den Transportwagen verschieden angeordnet, und richtet sich nach der Art der zu transportirenden Gegenstände.

Man hat daher:

1) Reisegepäckwagen zur Aufbewahrung solcher Reiseeffecten der Passagiere, welche dieselben nicht mit in die Personenwagen zu nehmen berechtigt sind. Gewöhnlich sind diese Wagen vierrädrig und haben zu beiden Langseiten des Wagenkastens je eine größere Schiebethüre.
2) Equipagenwagen, ebenfalls meistens nur vierrädig und zum Transport von Equipagen und Wagen bestimmt. Die Seitenwände des Wagens bilden eine Art Geländer von etwa 1·5 Meter Höhe und sind zum Wegnehmen eingerichtet. Ganz gleiche Wagen dienen für den Transport des Schlachtviehs.
3) Pferdewagen, gleichfalls gewöhnlich nur vierrädrig. Sie dienen zum Transport von Pferden, welche sich nicht auf Equipagenwagen transportiren lassen. Die Kasten sind vollständig geschlossen, im Innern für 3 oder mehrere Pferdestände abgetheilt und mit einem Dache versehen. Auf der Seite, wo die Pferde eingeführt werden, läßt sich die Wand umlegen.
4) Güterwagen:
   α) bedeckte, zum Transport werthvoller Güter, um sie vor Beschädigung zu sichern. Die Construction des Oberbaues kommt mit der der Reisegepäckwagen überein. Die Wagen können vier-, sechs- oder achträdrig sein, je nach der Größe des Verkehrs und dem auf einer Eisenbahn adoptirten Wagensystem;
   β) offene, zum Transport größerer Gegenstände, als wie Fässer, Holz, Baumwolle, Baumaterialien aller Art. Der Oberbau besteht lediglich nur aus einem Aufsatze von umlegbaren massiven Seitenwänden von 0·6—1·5 Meter Höhe.

§. 125.

Gewichte der Wagen.

Auf der badischen Eisenbahn haben die Eisenbahnwagen folgende Gewichte:

Personenwagen	1ster u. 2ter Kl.	für 28 Personen	4750 Kilogr.		vierrädrig.
„	2ter	„ „ 20	„	4550 „	
„	3ter	„ „ 35	„	4350 „	
Salonwagen		32	„	6250 „	sechsrädrig.

Die Breite der Personenwagen, welche an den Längenseiten keine Thüren haben, soll zwischen den äußern Kastenwänden nicht mehr als 9 Fuß (2,m.745) betragen.

Güterwagen dürfen mit Einschluß der Schiebethüren, Tritte und vorspringenden Theile, bis zur Höhe von 4½ Fuß (1,m.372) über den Schienen, die Breite von 9 Fuß (2,m.745) nicht überschreiten. In größerer Höhe ist für die Kasten eine Breite von 9 Fuß (2,m.745), für die vorspringenden Theile (Beschläge, Gesimse ꝛc.) eine Breite von 9 Fuß 6 Zoll (2,m.897) gestattet.

Höhe der Wagen.

§. 179. Die Wagen sollen mit den höchsten Punkten ihres festen Oberbaues nicht mehr als 12 Fuß 4 Zoll (3,m.760) über den Schienen hoch sein. Bei Wagen, auf welchen sich in der Mitte ein aufgebauter verdeckter Schaffnersitz befindet, darf dieser in seinem höchsten Punkte nicht mehr als 15 Fuß (4,m.575) und der Tritt nicht mehr als 9 Fuß 4 Zoll (2,m.846) über den Schienen hoch sein.

§. 180. Die lichte Kastenhöhe der Personenwagen soll mindestens 6 Fuß 4 Zoll (1,m.930) betragen; für Lastwagen wird die mittlere Höhe des Fußbodens auf 4 Fuß (1,m.220) über den Schienen empfohlen.

Schneepflüge.

§. 181. Schneepflüge auf besonderen Achsen, welche den Schnee zuerst heben und hierauf nach der Seite umlegen, haben sich bewährt; solche, welche denselben blos keilförmig nach der Seite drängen, sind zu verwerfen.

Dreizehnter Abſchnitt.

Signale.

Signale.

§. 127.
Optische und akustische Signale*).

Die Signale sind für den Eisenbahnbetrieb ein Gegenstand von der höchsten Wichtigkeit, denn ohne sie müßte nicht allein die Sicherheit der Fahrten sehr leiden, sondern es würden auch häufige Störungen im Betriebe nicht zu vermeiden sein.

Da es aber offenbar ein Haupterforderniß guter Signale ist, daß sie einem Dampfwagenzuge voraneilen können, um ihm etwaige Hindernisse aus dem Wege zu schaffen, so gibt es überhaupt nur dreierlei Signale, nämlich: akustische, optische und electrische.

Obgleich es mit Bestimmtheit angenommen werden dürfte, daß die electrischen Telegraphen die älteren optischen und akustischen Signalvorrichtungen auf Eisenbahnen mit der Zeit gänzlich verdrängen werden, so können letztere bis jetzt nicht ganz entbehrt werden, indem es noch nicht gelungen ist, bei den electrischen Telegraphen ein vollkommenes Mittel zu finden, wodurch es möglich wird, bei außergewöhnlichen Vorfällen von jeder Stelle der Bahn zu signalisiren, und für die Dauer der Fahrt die Signale des electrischen Telegraphen weder von dem Bahnwärter, noch von dem Locomotiv- und Zugführer wahrnehmbar sind.

Namentlich auf Bahnen mit starkem Personen- und Waarenverkehr, wo noch Eil- und Extrazüge gehen, ist ein förmliches optisches Signalsystem neben dem electrischen Telegraphen durchaus unentbehrlich.

A. Signale auf englischen Bahnen.

Man bedient sich im Allgemeinen auf den englischen Eisenbahnen bei optischen Signalen dreierlei Farben: 1) weiß, 2) grün und 3) roth, um anzuzeigen, daß die Bahn frei sei, daß man vorsichtig fahren und daß so bald als möglich anzuhalten sei.

---

*) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1849. 6. Heft, und Telegraphen- und Signalwesen von M. v. Weber. Weimar 1867, und Atlas von E. Sonne. Stuttgart 1869.

oder Laterne trägt, zwei Löcher x y gebohrt. Will man die Scheibe winkelrecht gegen die Bahn drehen, so zieht man den Stiel p aus dem Loche y, steckt ihn in das Loch x, und dreht die Stange um so viel, daß das Loch x dem correspondirenden x' gegenüber steht, und schiebt dann den Hebel hinein, bis er den Pfahl erfaßt hat und denselben in dieser Stellung erhält. Die Fig. 10—13 stellen das auf der Great-Western-Bahn angenommene Signal dar. Die runde Scheibe, Fig. 10, parallel zur Bahn gestellt, deutet an, daß die Bahn frei ist. Soll ein Zug anhalten, so wird die Stange derart gedreht, daß sie die in Fig. 11 bezeichnete Stellung erhält, wo die Scheibe verschwindet, und dafür zeigt sich senkrecht zur Bahn ein rothes Brett. Die Stange in Fig. 10 und 11 hat eine Höhe von 50—60 Fuß. Das Signal des Langsamfahrens, Fig. 12, wird durch eine große Drehfahne von grün angestrichenem Holze gegeben, welche auf einer Stange von ungefähr der halben Höhe der vorigen angebracht ist. Dieses Signal ist auf derselben Seite, wie die große Stange, und trägt in der Nacht eine Laterne mit drei Farben (weiß, grün und roth), welche die bekannte Bedeutung haben. Am Tage wird das Signal zum Anhalten nicht blos durch das rothe Querbrett der großen Stange gegeben, sondern auch durch die rothe Kehrseite der Drehfahne, Fig. 13. Die Farbe und Stellung derselben, oder mit andern Worten die Art, mit der die Spitze P gegen die Bahn gedreht wird, bezeichnet dem Maschinenführer „anzuhalten" oder „langsam zu fahren"; in diesem letzten Falle wird die Spitze gegen die rechte Seite des Zugs gekehrt.

Bei der Nacht läßt man die festen Signale durch verschiedenartig gefärbte Lichter arbeiten; indem man sie dabei verschiedener bekannter Mittel zur Concentrirung der Lichtstrahlen bedient, kann man sie auf eine große Entfernung bemerklich machen. Es ist dabei wesentlich und besonders am Tage, daß die Signale hoch genug gestellt sind, so daß sie sich deutlich von den benachbarten Gegenständen unterscheiden, und die Aufmerksamkeit des Locomotivführers in möglichst großer Entfernung auf sich ziehen.

Der Gebrauch der festen Signale bei fast allen obigen Systemen in England ist folgender: So oft ein Zug auf einer Station anhält, wird das Haltsignal auf demselben Geleise nach Rückwärts, während der ganzen Zeit des Anhaltens und noch 5 Minuten nach dem Abgange des Zugs gegeben.

Nach Ablauf derselben gibt man das Signal des Langsamfahrens während der nächsten 5 Minuten; so daß jeder Zug, der also in den nächsten 10 Minuten gefolgt ist, erfährt, daß ihm ein Zug vorausgegangen ist, und zwar um weniger, oder um mehr als 5 Minuten.

Wenn ein Zug eine Station ohne anzuhalten passirt, und er nicht ein Eilzug ist, so gibt man ihm auf die ersten 5 Minuten das Haltsignal, und auf die folgenden 5 das Signal des Langsamfahrens. Ist es ein Eilzug, welcher passirt, oder eine Maschine ohne Zug, so unterläßt man, das Haltsignal zu geben, und begnügt sich, das Zeichen des Langsamfahrens während 5 Minuten zu ertheilen.

Die vor einem Tunnel errichteten Signale werden vor der Einfahrt eines Zugs in denselben augenblicklich gewendet, was das Anhalten bedeutet, und man läßt sie doppelt so lang, als der Zug zur Durchfahrt des Tunnels nöthig hat, unverändert. Wenn aber der Wächter das Hinausfahren des Zugs aus dem Tunnel nicht sehen kann, so gibt er das Zeichen zum Langsamfahren so lange, bis seit dem Einfahren des Zuges in den Tunnel 10 Minuten verflossen sind.

Wenn wegen der Richtung des Zugs nur auf eine kurze Entfernung die Signale gesehen werden können, so ordnet man deren 2 oder 3 hintereinander an; diese macht man dann wegen der geringen Entfernung niedriger, damit sie von dem Locomotivführer leichter gesehen werden können.

Statt einer solchen Reihe von solchen Pfostensignalen hat man in neuester Zeit angefangen, eine Einrichtung zu treffen, welche dem Stationsvorstand gestattet, ohne Zwischenmittel, und ohne sich zu entfernen, auf 13—1500 Fuß anzudeuten, ob die Station frei ist oder nicht, ob ein Zug, welcher auf dem linken oder einer, der auf dem rechten Geleise ankommt, anhalten muß, bevor er in die Station einfährt. Diese Einrichtung nennt man in England Auxiliary signals.

Die Figuren 14 und 15 stellen ein solches Signal dar, welches in einem Einschnitt bei dem Ausgang aus dem Tunnel von Leighton, auf der London-Birminghamer Eisenbahn errichtet wurde. Fig. 14 ist eine Ansicht parallel zur Achse der Bahn und Fig. 15 und 15a eine Ansicht senkrecht zur Bahnachse.

Der Zweck dieser Vorrichtung ist, den auf dem großen, in einer Krümmung stehenden Signalbaum angebrachten Sector in einer Entfernung von ungefähr 2000′ zu handhaben. Die ausgezogenen Linien entsprechen dem Falle, wo die Bahn frei, und der Sector folglich in seinem Falze versteckt ist, welcher äußerlich einen weißen Anstrich hat. Die punktirten Linien zeigen den Fall an, daß man den Zügen anzeigen will, die rothe Scheibe des festen bei der Station befindlichen Signals sei gegen sie gewendet. Die Kuppelung a b c dient dazu, um die Wirkungen der Temperatur auszugleichen. Der Kupferdraht, welcher die Bewegung des Hebels l fortpflanzt, hat einen Durchmesser von 4 Millimeter. Fällt das Gegengewicht P, so steigt die Stange n y und schiebt den Sector in seine Scheibe G G G′G′, Fig. 15. Im andern Falle fällt der Sector längs der Führungen g g auf ein Holzstück g b, um den Schlag zu schwächen. Außerdem wird der Sector in seinem Falle noch durch eine kleine Armirung von Blei geschützt, die mit p p bezeichnet ist. Der Sector und seine Scheibe bestehen aus Eisenblech von ungefähr 3 Millimeter Stärke. In der Ansicht, Fig. 15, ist ein Theil der Führung g g weggelassen, damit man deutlich ersieht, wie sich die Lampe bei jeder Bewegung des Sectors mit einer halben Umdrehung wendet. Diese Lampe zeigt nur das grüne Licht; ist der Sector in seinem Falze, so ist das Licht unsichtbar; ist er gefallen, so steht das grüne Licht gegen die ankommenden Züge gewendet, und zeigt ihnen in der Nacht an, daß sie die Geschwindigkeit mäßigen sollen, weil

das rothe feste Signal der Station, das sie noch nicht zu erkennen vermögen und gegen sie gewendet ist, ihnen anzuhalten befiehlt.

Die Zahl der kleinen Pfähle B, C, D, E u. s. w. beträgt etwa 75; B ist der erste Pfosten, C ein Zwischenpfosten. Jeder fünfte Pfosten ist auf diese Weise wie D eingerichtet, um die Richtung der Kurve einzuhalten. Der letzte Pfosten E hat 2 Rollen übereinander.

Die Fig. 16 und 17 stellen ein ähnliches Signal dar, welches auf der Station Miles-Plating bei Manchester steht, da, wo sich die Bahn von Manchester nach Leeds mit der von Ashton vereinigt. Fig. 16 ist eine Ansicht parallel zur Achse der Bahn. Fig. 16a ein Schnitt nach a b; Fig. 17 eine Ansicht des Signals, um jeden Zug von der Linken aufzuhalten. Die Rolle in den Pfosten hat 0·045 Mtr. Durchmesser. — Die ausgezogenen Linien des Hebels und des Gegengewichts deuten den Fall an, daß die Bahn frei und die Scheibe parallel gegen die Bahn gerichtet ist; die punktirten Linien bezeichnen die senkrechte Richtung der Scheibe auf die Bahn und die Weisung, jeden Zug anzuhalten, der von Manchester ankommt.

Außer den festen Signalen müssen auch bewegliche zur Verfügung stehen, welche den Bahnwärtern und den mit der Reparatur der Bahn betrauten Arbeitern das Mittel an die Hand geben, die Führer über den Zustand der Bahn zu verständigen; diese bestehen in Fahnen und Laternen von den bekannten drei Farben, die dieselbe Bedeutung, wie bei den festen Signalen haben.

Da die Bahn von London nach Birmingham wegen der zur Sicherheit der Reisenden getroffenen Maßregeln in besonders gutem Rufe steht, so soll hier eine Uebersicht derjenigen beweglichen Signale folgen, welche daselbst im Gebrauch stehen. Der kürzeste Zwischenraum zweier hintereinander von einer Station abgehenden Personenzüge ist 10 Minuten; auf der Fahrt aber begnügt man sich mit einem Abstand von 5 Minuten, jedoch unter der Bedingung, daß den etwa nachfolgenden Zügen ein Signal gegeben werde, woraus diese entnehmen, daß ihnen ein anderer Zug in einem kürzeren Zeitraum als 10 Minuten vorausgegangen ist. Zwischen einem Personen- und Güterzug läßt man wenigstens einen Zeitraum von 20 Minuten, was auf einer Bahnlinie keine Nachtheile hat, wo so viele Ausweichestellen sind, und täglich neue angebracht werden, wie auf der Bahn von London nach Birmingham.

Jeder Stationsvorstand hat die Weisung, die Güterzüge in den Ausweichstationen jedesmal zurückzuhalten, wenn er nach genommener Rücksprache mit dem Conducteur und dem Locomotivführer nicht überzeugt ist, daß der Zug auf der nächsten Ausweichestation wenigstens eine Viertelstunde früher als der nachkommende Personenzug eingetroffen ist.

Außerdem hat jeder Conducteur und Locomotivführer eine gedruckte Tabelle, aus welcher sie ersehen, zu welcher Stunde ihr Zug jede Station zu passiren hat. Ebenso müssen sie genaue Kenntniß von den Stunden haben, in denen die Personenzüge jede Station passiren, so daß sie im Falle einer

Verspätung ihres Zuges genau wissen, wo sie halten müssen, um dem nachfolgenden Personenzug auszuweichen und diesen vorbeifahren zu lassen.

Die Signale werden von den Bahnwächtern gegeben; am Tage bedienen sie sich hierzu zweier Fahnen, deren eine roth, die andere grün ist, und die während der Zwischenzeit der Züge aufgerollt sind. Ist die Bahn frei, und es steht dem Durchgang einer Maschine oder einem Zuge nichts entgegen, so stellt sich der Wächter rechts vom Locomotivführer außerhalb des Bahngeleises und lehnt die grüne Fahne gegen die linke Schulter. Folgt ein Zug weniger als 5 Minuten nach einem andern, so macht der Wächter Front zur Bahn, und zeigt die grüne Fahne, indem er den Arm um 45° über die Horizontale erhebt. Verlangt der Zustand der Bahn ein langsames Fahren, so wird ebenfalls die grüne Fahne ausgehalten, aber gesenkt, etwa 45° unter der Horizontallinie. Soll aus irgend einem Grunde ein Zug anhalten, so stellt sich der Wächter senkrecht zum Geleise, so daß er dem ankommenden Zuge entgegen sieht, und schwenkt in dieser Stellung seine grüne Fahne heftig hin und her. Der Locomotivführer weiß hieraus, daß er anzuhalten hat, bevor er die an der betreffenden Stelle ausgesteckte rothe Fahne erreicht hat.

Bei der Nacht zeigt das weiße Licht an, daß die Züge passiren können. Durch das grüne Licht wird ihnen Vorsicht empfohlen, entweder weil ein Train vor weniger als 5 Minuten passirt ist, oder weil es der Zustand der Bahn so verlangt. Das rothe Licht zeigt der Wächter jedesmal, wenn er einen Zug oder eine leere Maschine angehalten haben will, und schwingt es alsdann vor- und rückwärts. Uebrigens muß es dem Locomotivführer sowohl als dem Conducteur bekannt sein, daß jeder heftig hin und her geschwungene Gegenstand, sei es Tag oder Nacht, den Zügen Stillstand gebietet.

Wenn aus irgend einer Ursache ein Zug auf der Bahn halten muß, so geht stets einer der Conducteure des Zugs auf 12—1500 Fuß rückwärts, um vermittelst der rothen Fahne oder Laterne einem etwa nachfolgenden Zuge, welcher auf den verspäteten Zug stoßen könnte, das Signal zum Anhalten zu geben.

Bei Nebel können diese Signale aber öfters von dem Locomotivführer nicht wahrgenommen werden, und sind also unwirksam, weßhalb man akustische Signale fast auf den meisten Bahnen Englands eingeführt hat. Es sind dieß die sogenannten Knallsignale, die zuerst von der London-Birmingham Bahn vor 10 Jahren angewendet wurden; sie bestehen aus einer kleinen 5—6 Centim. im Durchmesser haltenden und 1 Centim. hohen Büchse von Eisenblech, die mit einer knallenden Substanz gefüllt ist; diese Büchse befestigt man mit 2 kleinen angelötheten Bleistreifen auf die Schiene, so wie es aus Fig. 18 auf Taf. XXXIX. zu ersehen ist. Fährt das Rad der Maschine über diese Sprengbüchse, so wird dieselbe mit einem starken Knall zerdrückt, der von dem Locomotivführer unfehlbar gehört wird und worauf dieser den Zug auf der Stelle anhalten muß. Der Oberconducteur dieses Zugs muß dann natürlich sogleich die nämlichen Sicherheitsmaßregeln ergreifen, indem

er hinter sich auf eine Entfernung bis zu 1500 Fuß an verschiedenen Stellen Knallsignale auslegt, um seinen Zug zu schützen; sodann läßt man den Zug langsam bis zu dem Orte vorwärts gehen, wo der erste durch einen Unfall oder durch sonstige Umstände aufgehaltene Zug sich befindet. Bei Schneefall wendet man stärkere, oben runde Sprengbüchsen an, welche man mit der ebenen Seite auf die Schienen legt, und wie die vorigen daran befestigt. Diese Form hat den Vortheil, daß die Knallbüchsen ungeachtet der bei Schneefall an die Bahnräumer angebrachten Besen auf den Schienen liegen bleiben. Diese Knallsignale werden aber nicht allein bei neblichtem Wetter oder Schneefällen verwendet, sondern sie können selbst bei heiterem Wetter in einer Menge von Fällen von dem größten Nutzen sein, daher auch die Maschinenführer, Conducteure und Bahnwärter stets mit solchen versehen sind.

B. Signale auf den deutschen Eisenbahnen.

Die auf den meisten deutschen Bahnen angewandten Signale werden mit Hülfe telegraphischer Apparate gegeben, welche sowohl bei Tag als Nacht arbeiten.

Die ältern dieser Bahnen haben meist Signaleinrichtungen ähnlich denen von englischen und belgischen Eisenbahnen. Indessen erscheint überall ein bemerkbares Hinneigen zur Annahme telegraphischer Systeme, welche auch in Nord- und Mitteldeutschland ausschließlich ausgeübt werden.

Auf der Wien-Gloggnitzer-Bahn werden die Signale zum Langsamfahren oder zum Anhalten eines Zuges mit einer Scheibe aus geflochtenen Weiden gegeben, welche weiß und roth angestrichen und an einem Stiel befestigt ist. In der Nacht bezeichnet eine weiße Laterne, daß langsamer gefahren oder angehalten werden soll. Das Verlangen nach Hülfe wird dadurch ausgedrückt, daß man nahe bei den Stationen, bei den im Niveau der Bahn liegenden Uebergängen und bei den Wächterhäusern Stangen von 24—30 Fuß Höhe aufgestellt hat, an welche geflochtene weidene Ballons aufgezogen werden, welche weiß und roth angestrichen sind, wenn sie gegen die Berge, weiß und schwarz aber, wenn sie gegen den Himmel abstechen sollen. Im Augenblick des Durchgangs der Züge stehen die Bahnwächter am Fuße dieser Stangen, und ziehen die Ballons von Station zu Station auf, wenn der Zug eine Hülfsmaschine verlangt. In der Nacht verlangt man die nothwendige Hülfe durch eine Pechfackel, welche jeder Wächter laufend bis dahin trägt, wo ihn sein Nachbar verstanden und dieser das Signal wiederholt hat. Dieses System von Stangen und Ballons ist ein erster unförmlicher Versuch des telegraphischen Systems. Auf der Kaiser „Ferdinands" Nordbahn dienen dieselben Ballons zur Signalisirung des Zuges in dem Augenblick seines Abgangs durch die ganze von ihm zu durchlaufende Station; durch Anhängen von Fahnen und Laternen an dieselben macht man daraus Signale zur Aufforderung von Hülfe. Der Gang der Züge wird mit Fahnen und Laternen in der Hand regulirt.

mit den beiden Armen am Tage 9 ganz verschiedene Zeichen hervorbringen kann. An einer der parallel mit der Bahn stehenden Mastseiten sind 2 hölzerne Brettchen, die durch einen Flaschenzug mit Hülfe eines Seils aufgehängt sind, dessen Ende zur Disposition des Wächters steht, zwischen zwei, einen Falz bildende Leisten verschiebbar; das untere Brettchen befindet sich etwa 0·9 Mtr. unter dem obern, und jedes derselben hat Hacken, an welche Laternen von veränderlicher Größe und Farbe, je nach der Beschaffenheit der auszuführenden Signale, angehängt werden können. Für jeden Apparat hat der mit Handhabung betraute Wächter 4 Laternen, und zwar eine große mit 2 Dochten und 3 mit einem Docht, deren eine auf den 3 Seiten weiß, eine andere roth und die dritte grün ist; die große Laterne hat keine gefärbten Gläser. Auf der entgegengesetzten Seite des Mastes sind 2 Kniestützen angebracht, die eine an dem obern, die andere an dem untern Theile; jede hat einen Flaschenzug mit einem Seile ohne Ende, an das ein roth angestrichener Korb von Weidengeflecht gehängt wird, der in drei verschiedene Stellungen zu bringen ist, nämlich hoch, in der halben Höhe und niedrig, und folglich dadurch drei verschiedene Signale liefert.

Um eine genaue Idee von dem Gebrauche des Telegraphen zu geben, theilen wir den folgenden Auszug aus dem Signalbuche mit:

Der Wächter begeht seine Abtheilung vor dem Durchgange jedes Zuges und muß auf seinen Posten am Fuße des Telegraphen wenigstens eine halbe Stunde vor der Abfahrt des ersten Zuges zurückgekehrt sein, um alle erforderlichen Signale geben zu können. Nachdem er sich überzeugt hat, daß Alles in Ordnung ist, gibt er das Zeichen Nr. 1: „den Korb auf den obern Theil des Mastes gezogen.“ Hat er Stellen auf der Bahn gefunden, welche reparaturbedürftig und daher mit Vorsicht zu befahren sind, so gibt er das Signal Nr. 2: „den Korb bis zur Mitte des Mastes gezogen.“ Hat er endlich auf der Bahn irgend ein Hinderniß gefunden, welches den Durchgang des Zuges unmöglich oder sehr gefährlich gemacht, so gibt er das Signal Nr. 3: „den Korb an den untern Theil des Mastes.“ Diese 3 Signale sind localer Art und werden nicht fortgepflanzt; der Korb bleibt in derselben Lage so lange, als sich der Zustand der Bahn nicht ändert. Geht ein Zug von der Station Oppeln oder von einer Zwischenstation gegen Breslau ab, so gibt der am Eingang der Station aufgestellte Wächter das Zeichen Nr. 4: „ein Arm des Telegraphen diagonal, das Ende nach oben gerichtet.“ Geht ein Zug in entgegengesetzter Richtung von Breslau nach Oppeln, so ist das Signal Nr. 5: „zwei Arme des Telegraphen diagonal, das Ende nach oben gerichtet.“ Die Signale werden unmittelbar von einer Stelle zur andern bis zur nächsten Station fortgepflanzt. Das Signal Nr. 5 geht dem Signal Nr. 4 vor, und der von Oppeln nach Breslau abgehende Zug würde zurückkehren müssen, wenn er sich in derselben Abtheilung befände, als ein von Breslau abgehender Zug. Nach dem Durchgange des Zuges läßt der Wächter die Telegraphenarme

niederfallen, so daß sie alsdann vertical an den beiden Seiten des Mastes herunterhängen. Bedarf eine Locomotive der Unterstützung einer andern, so macht der Wächter auf Anordnung des Maschinenführers das Zeichen Nr. 6: „die beiden Arme des Telegraphen horizontal.“ Im Falle ein Zug nicht zur bezeichneten Stunde abgeht, gar nicht abgeht, oder sich verzögert, so gibt der Stationschef für die ganze Linie das Zeichen Nr. 7: „die beiden Arme des Telegraphen diagonal mit dem Ende nach unten gerichtet.“

Die Tagessignale sind auf der zwischen zwei Telegraphen befindlichen Entfernung, d. h. höchstens 500 Klafter, deutlich erkennbar; ein gewöhnlicher Nebel aber, ein dichter Schnee unterbrechen sehr leicht alle Verbindung.

Die Nachtsignale werden auf folgende Art gegeben:

Um anzuzeigen, daß die Bahn in gutem Zustande ist, wird die große Laterne mit den weißen Gläsern an den obern Hacken gehängt. Geht der Zug von der Station ab, so wird dieß durch das Anhängen der kleinen Laterne mit weißen Gläsern unter der großen Laterne angezeigt. Soll ein Zug anhalten, so wird die weiße an dem untern Hacken hängende Laterne weggenommen und durch die rothe ersetzt; der Bahnwächter ruft dem Maschinenführer zu und sagt ihm, ob er gänzlich halten oder weiter fahren soll. Eine Hülfslocomotive verlangt man durch den Wechsel der weißen Laterne mit einer nur auf einer Seite grünen Laterne, welche Seite gegen die Station gewendet ist, von woher der Beistand kommen soll; um zu erkennen zu geben, daß der Wächter das Signal verstanden habe, dreht er einen Augenblick die grüne Seite der Laterne um.

Die Tagessignale sind auf allen Bahnen beinahe dieselben, nur auf der braunschweigischen Bahn bemerkt man eine beträchtliche Verschiedenheit. Der Weidenkorb wird durch eine auf der Spitze des Mastes aufgestellte blecherne Scheibe ersetzt, welche von unten aus horizontal oder vertical gestellt werden kann. Vertical gerichtet, zeigt sie an, daß der Zug halten soll; in derselben Stellung kündigt der Wächter, die rothe Fahne in der Hand haltend, an, daß blos langsam gefahren werden soll; steht die Scheibe aber horizontal und der Wächter hält die rothe Fahne in der Hand, so ist die Bahn in gutem Zustande.

Auf der Bahn von Berlin nach Frankfurt a/O. ist der Weidenkorb glatt und hat im Mittelpunkte eine Laterne, welcher man drei verschiedene Stellungen geben kann: hoch, halbe Höhe, niedrig. Diese Laterne kann von einer Seite maskirt, das weiße Glas kann beliebig durch ein rothes ersetzt werden, und endlich hält der Wächter in der Hand eine zweite Laterne. Auf der Eisenbahn von Berlin nach Stettin zieht man in der Nacht einen eisernen Rahmen durch eiserne Drahtzüge auf, an dessen 4 Ecken Laternen angehängt werden können; die Signale verändern sich nach der Zahl, der Stellung und der Farbe der Laterne. Auf der braunschweiger Bahn bedient man sich gleichfalls vierer Laternen, welche aber von nicht sehr hohen

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] an einem Anschlag gelangen, [illegible] um in den Armen [illegible]. Die [illegible] der Spiegel in jedem Arm [illegible] und rückwärts wirkend [illegible]. [illegible] den Arm sichtbarer zu machen, indem [illegible] einander ab, um dem Winde, [illegible] freien Durchgang zu lassen. In C. Fig. 20, deuten die mit Sternchen versehenen Flächen die vorwärts wirkenden Spiegel an, während r die rückwärts wirkenden bezeichnet.

Da auf diese Weise das Licht auf der Rückseite genau in dieselbe Richtung geworfen wird, wie auf der Vorderseite, so ist ein solcher Telegraph,

wie ihn Fig. 20 zeigt, nur in der geraden Linie anwendbar, und in Kurven muß man zu den Auskunftsmitteln schreiten, daß man an zwei hinter einander stehenden Masten, wie Fig. 22 angibt, die Arme nur nach den entsprechenden Seiten (also jedes Armpaar nur nach einer Seite) mit Spiegeln besetzt, und die Masten so wendet, daß die Armachse genau auf die nächste correspondirende Station einvisirt ist. Ein solches Paar bildet also einen Kurventelegraphen, mithin ein solcher gewissermaßen aus zwei halben Telegraphen besteht und daher ein geradliniger Telegraph auch ein ganzer, jeder von den beiden, die eine Kurvenstation bilden, aber ein halber genannt wird. Die Skizze, Fig. 23, macht die Stellung der Telegraphen in der geraden Linie und Kurve durch einen Grundriß deutlich: a und e sind Stationen der geraden Linie, b, c und d Kurvenstationen. Auf ein richtiges Entfernungsverhältniß, sowie auf sonstige Proportion ist hier natürlich nicht Rücksicht genommen, und sind die respect. Telegraphenstationen auch nur durch die Stellung der Armpaare angezeigt. Uebrigens, da bei ein und derselben Kurvenstation die beiden Masten gleiche Höhe haben, so decken sich die entsprechenden Arme der Art, daß dem Auge die gezogenen Zeichen immer genau, wie bei einer geradlinigen Station, sichtbar sind.

Um die erleuchteten Arme deutlich von einander zu scheiden, ist in jeder Laternenleitung der Achse gegenüber eine Fensteröffnung angebracht, wodurch, wie H in Fig. 20 zeigt, man das Licht der Laterne selbst sieht; es ist durch eine Glasscheibe roth gefärbt und bezeichnet somit zwischen den weißbeleuchteten Armen einen festen Mittelpunkt. Durch Vorschieben bunter Scheiben vor die Laterne kann man zwar auch das Licht der Arme färben, indeß ist das weiße Licht das intensivste. Nur auf den Bahnhöfen selbst werden des Nachts die Arme bunt erleuchtet, um das sonst mögliche Ueberspringen der Zeichen über den Bahnhof hinaus zu verhüten. —

Die ganze Höhe des Telegraphen beträgt 24 Fuß, welches Maß nur bei besonderen Terrainverhältnissen entsprechende Abänderungen erleidet. Seine Wirkung bei Nacht ist außerordentlich stark, die Locomotivführer fahren mit größerer Sicherheit im Finstern auf die Zeichen desselben los als am hellsten Tage auf irgend ein anderes Zeichen, was dadurch schon sehr natürlich ist, daß ein Arm ein Feuerzeichen von 5′ Länge, zwei Arme aber ein solches von 10′ geben.

Die Telegraphen stehen neben den Wärterbuden, die nach dem Terrainverhältnisse circa $^1/_{10}$—$^1/_8$ Meilen von einander entfernt sind, und werden im Freien von den Bahnwärtern bedient.

Die Bedeutung der bei Tag und Nacht völlig gleichen Hauptzeichen des Treutler'schen Telegraphen ist auf obigen Bahnen folgende:

1. (Fig. 24, Taf. XXXIX.) Der Zug kommt von A nach B.
2. (Fig. 25) Der Zug kommt von B nach A.
3. (Fig. 26) Der Zug kommt nicht von A nach B.
4. (Fig. 27) Der Zug kommt nicht von B nach A.

3. Fig. 29. Hülfsglockenzeichen will kommen von A nach B.
4. Fig. 29. Hülfsglockenzeichen will kommen von B nach A.
5. Fig. 30. Der Zug von A nach B will langsam fahren.
6. Fig. 31. Der Zug von B nach A will langsam fahren.

Man gibt das Signal 1 oder 2: sobald es der folgende Wärter wieder gegeben hat, wendet man mit dem linken Arme auf und ab.

7. Der Zug von A nach B will halten.
8. Der Zug von B nach A will halten.

Signal 1 und 2 bleiben stehen, bis der Zug vorbei ist; 3 und 4 werden eingezogen, wenn der nächste Wärter abgenommen hat; 5 und 6 werden, sobald die Hülfsglocke ertönt, in das benachbarte Signal 1 oder 2 umgelegt. Bei 7 und 8 geht der Wärter erst das Signal 1 oder 2 mit herab, wenn der nächste Posten abgenommen hat, dem linken Arme die umgekehrte Stellung.

Von elektrischen Signalen waren nur zwei auf deutschen Bahnen in Anwendung, nämlich: des Signalgeläutes bei der gewöhnlichen Glocke in Läutwerk-Uebergeben-Zeichen und der Glockensignale der Taunus-Eisenbahn.

Letzteres wurde von Herrn Heinrich Veil angegeben, ist auf der zu Etwas langen Strecke zwischen Frankfurt und Höchst zur Ausführung gekommen, und wird neben den seit mehreren Jahren längs der ganzen Taunusbahn nach dem Farbezeichen-System angeführten electrischen Telegraphen immer noch mit Vortheil tagtäglich gebraucht. Derselbe besteht im kleinen einer 12 Lth. schweren Messingglocken Fig. 32, Taf. XXXIX), die an kleinen in gußeisernen Gestellen b gelagerten Hebeln c angebracht sind und vermittelst des Hebels d in Bewegung gesetzt werden. Der Hebel d steht einerseits mit einer aus Draht spiralförmig gewundenen Feder e und andererseits mit einem innerhalb der Schienen in kleinen Führungen hergeleiteten Zug aus 1 Linie starkem Messingdraht in Verbindung; diese Züge laufen von Bahnwärter zu Bahnwärter in außerhalb der Schienen angebrachte Winkelhebel aus, die durch Treten mit dem Fuß in Bewegung gesetzt werden, und da bei jeder Bahnwärterstation 2 solcher Fußtritte und 2 derartige Glocken von verschiedenem Tone, für jede Richtung eine, sich befinden, so weiß der Bahnwärter beim Anschlagen einer Glocke genau, von welcher Seite her signalisirt wird, und gibt in derselben Richtung, sowie in derselben Weise unverzüglich das Signal weiter. Diese Glockensignale durchlaufen gewöhnlich in 5 bis 7 Minuten die 2 Stunden lange Strecke. Man bedient sich derselben auf der Taunusbahn jedesmal bei Abgang eines Zuges von Frankfurt nach Höchst, oder umgekehrt, wo dieses durch das einmalige Anschlagen der Glocke in einer oder der andern Richtung von Bahnwärter zu Bahnwärter angezeigt wird, und das Abgehen eines Zuges in entgegengesetzter Richtung auf dem einfachen Geleise verboten wird. Durch ein intuitives Läuten wird eine Hülfsmaschine von der Seite, in welcher

tung das Signal gegeben ist, verlangt; ebenso lassen sich durch verschiedenes Anschlagen der Glocken mit kurzen Unterbrechungen noch verschiedene andere Signale geben, die aber auf der Taunusbahn bei dem seit mehreren Jahren eingeführten vollkommenen electrischen Telegraphen nicht nöthig sind. Ohne Zweifel verdient dieser Glockentelegraph in vieler Hinsicht für Eisenbahnen den Vorzug vor optischen Telegraphen, indem er nicht nur bei Tag, sondern selbst bei Nacht und namentlich auch bei Nebel und Schneegestöber, wo optische Signale nicht beobachtet werden können, mit Zuverlässigkeit gehandhabt werden kann.

Das Signalgebläse der geneigten Ebene von der Düsseldorf-Elberfelder-Bahn war ähnlich mit dem auf den belgischen Ebenen bei Lüttich. Die beiden Stationen sind durch eine Röhrenleitung verbunden; auf jeder Station ist ein Luftdruckwerk und eine Signalpfeife; durch das erstere wird die Luft von der einen Station in die Röhre gepreßt und verursacht somit einen Ton in der Pfeife der andern Station und so umgekehrt. Die Kostspieligkeit dieser Apparate und die häufigen Störungen durch Ansammlungen von Wasser in den Röhren haben dieselben keine weitere Verbreitung gewinnen lassen.

Das einfachste akustische Signal gibt bei dem Fahrdienste die Locomotiv-Dampfpfeife, allein es wäre zu wünschen, daß die Anwendung derselben nur auf wirkliche Fälle der Gefahr und energische Warnung beschränkt würde, damit ihm eine größere Aufmerksamkeit gesichert wird, als es bis jetzt der Fall war.

§. 128.

Electrische Signale.

Durch die electrischen Signale ist hauptsächlich die Sicherheit des Eisenbahnbetriebs um ein beträchtliches erhöht worden. Durch sie sind nicht allein die Mittel geboten zur raschen und sichern Verständigung der Stationen unter einander, sondern ist es auch möglich geworden, Nachrichten zu geben, welche dem Zuge weit voraneilen, ihm somit etwaige Hindernisse aus dem Wege räumen und entstandene Unregelmäßigkeiten unschädlich machen. Die Schnelligkeit, womit der electrische Strom eine geschlossene Kette durchfließt, übertrifft noch die Geschwindigkeit des Lichtes und beträgt 60000 geogr. Meilen in einer Secunde. Daß hieraus für den Dienst auf einer Eisenbahn enorme Vortheile erwachsen, und es der immer ausgedehntern Einführung der electrischen Telegraphen zum großen Theil zu danken ist, daß die Unfälle auf Eisenbahnen nicht im Verhältniß zum Verkehr gestiegen sind, bedarf keiner weitern Auseinandersetzung.

Die electrischen Telegraphen bestehen aus 2 Haupttheilen, der Leitung und den Apparaten; letztere wieder aus den Zeichen gebenden Vorrichtungen und den Batterien.

a) Leitungen. Sämmtliche Stationen, welche in der Telegraphenlinie liegen, müssen durch Drahtleitungen mit einander verbunden sein. Zu diesen Leitungen nimmt man am besten Kupferdraht, als einen der ersten Electricitätsleiter; nächst dem Kupfer ist auch das Eisen für diesen Zweck praktisch anwendbar, doch muß man dem Eisendraht etwa den fünffachen Querschnitt des Kupferdrahts geben, damit er ebenso gut leitet, hat aber dann noch den Vortheil, daß Zerstörungen der Leitung durch Muthwillen oder Diebstahl weniger zu fürchten sind, wie bei dem kostspieligen Kupferdraht.

Man hat früher immer 2 Drähte von einer Station zur andern gehen lassen, und jeder einzelne Draht bildete die Hälfte der Leitungskette; Baumgartner und Steinheil zeigten aber, daß auch ein Draht genügt, und daß man den andern durch die natürlich feuchte Erde ersetzen kann.

Diese eine Drahtleitung kann entweder ober- oder unterirdisch von einer Station zur andern geführt werden. Im ersten Falle sind in Entfernungen von 24 bis 30 Meter längs der Telegraphenlinie 6 bis 9 Meter hohe Stangen aufgestellt und auf jedem Kopfe der Stange ist mit 2 Schrauben eine eiserne Stütze befestigt und auf dieser ein Porzellanhut aufgekittet, wie aus Fig. 40, Taf. XXXIX. ersichtlich. Noch andere Unterstützungen des Leitungsdrahtes zeigen die Fig. 37, 38 und 39. In Fig. 37 ist der Draht frei in einen mit der Säge eingeschnittenen Spalt a gelegt; bei Fig. 38 liegt er entweder in einer Durchbohrung auf dem Grunde des Spaltes b, ist mit Kautschuk umwickelt und mittelst eines Holzkeils befestigt, oder in eine Litze oder Schlinge c von Kautschuk eingehängt, die noch mit Leder umlegt und durch zwei Nägel an die Stange befestigt wird, oder geht über ein von der Seite eingesetztes Glas- oder Porzellanlager d. Zuweilen ist auch in das obere Stangenende ein Loch gebohrt, ein hölzerner Zapfen eingeschoben und darauf ein Glashut e gesetzt, wie Fig. 39 zeigt. Der unter der Krempe des Hutes hingeführte Leitungsdraht wird mit Messing- oder Eisendraht daran befestigt; durch einen eisernen Ring f ist das Aufreißen der Stange verhindert. Der Glas- oder Porzellanhut kann auch unmittelbar auf das Stangenende a, Fig. 40, gesetzt werden, dabei ist aber zu empfehlen, daß das obere Stangenende mit Steinkohlentheer oder Oelfirniß bestrichen wird.

Die unterirdischen Leitungen haben den Zweck, die Drähte den Angriffen der äußeren Gewalt und den Einwirkungen der Luftelectricität thunlichst zu entziehen. Man bestrebte sich für solche Leitungen isolirende Ueberzüge zu finden, damit dieselben unter die Erde gelegt werden konnten, und fand in der Gutta-Percha ein so sicher isolirendes Material, daß bereits in Deutschland über 500 Meilen Leitung unterirdisch mit Drähten ausgeführt wurden, die mit Gutta-Percha überzogen waren. Wheatstone legte die Drähte seiner Leitung, zwischen Slough und London, mit Hanf und Harz überzogen, in eiserne Röhren. Die Kostspieligkeit dieser letztern Anordnung und der Umstand, daß die Isolirungsfähigkeit der Gutta-Percha nicht nachhaltig ist, führten später

wieder zu den oberirdischen Leitungen und zwar insbesondere mit Anwendung von Eisendraht und aus glasirtem Thon hergestellten Isolirungshüten, welche fest auf den obern Stangenenden sitzen. Zum Schutze gegen heftige Wirkungen der Luftelectricität dienen gewöhnlich Wetterableiter, deren man alle Meilen und vor jeder Station einen aufstellt. Sie bestehen aus kupfernen starken Ringen, die mittelst eines Blechstreifens mit der feuchten Erde in Verbindung stehen, und von welchen aus Saugspitzen bis in die Nähe der Leitung hervorragen.

b) Apparate. Die Zeichen gebenden Vorrichtungen der auf den Eisenbahnen üblichen Apparate sind von dreierlei Art. Erstens solche, die Glocken in Bewegung setzen, und dadurch die Aufmerksamkeit erregen und in eine bestimmte Richtung hinlenken, Fig. 1. Zweitens solche, die mittelst eines Zeigers, der sich auf Buchstaben und Zeichen hinbewegt, bestimmte Nachrichten geben, und endlich drittens solche, welche diese Nachrichten selbst, mittelst auf Papierstreifen erscheinender Zeichen fixiren und aufbewahrbar machen. Die besten Glockenapparate dürften die von Steinheil sein; dieselben machen die Zeichen dem Gehöre durch das Anschlagen eines Hebels an eine kleine Glocke wahrnehmbar, und es wird dasselbe Alphabet wie bei dem Morsée'schen Schreibtelegraphen beibehalten; nur ist der Unterschied, daß die Striche mit zwei schnell hintereinanderfolgenden, und die Punkte mit einzelnen Punkten in kleinen Pausen mittelst desselben Tasters wie bei Morsée gegeben werden. Dieser Apparat entwickelt daher nur ein einziges Elementarzeichen, nämlich einen Punkt, welche in Gruppen und in schnellerem oder langsamerem Zeitmaße hervorgebracht werden.

Auf mehreren norddeutschen Bahnen sind Glockenapparate mit starken Schellen, deren Hämmer durch Gewichte bewegt und durch den electrischen Strom ausgelöst werden, in solchen Entfernungen aufgestellt, daß sie allenthalben auf der Bahn von den Wächtern gehört werden können. Von den Stationen aus wird jeder Zug durch eine bestimmte Anzahl Schellenschläge, welche die Richtung des Zugs andeuten, angekündigt. Gute Apparate der Art sind jedenfalls ein Hauptsicherungsmittel für den Betrieb, da weder Nacht noch Nebel ihren Dienst aufhebt und sich auch dem Unaufmerksamen laut bemerkbar machen.

Zuweilen ist auch der Glockenapparat in Gestalt eines Weckers bei dem Schreibapparat angewendet.

Am meisten sieht man jetzt die Glockensignale, wie Fig. 1 zeigt.

Zu den Apparaten zweiter Art gehört vornehmlich der von Wheatstone. Er benutzte den temporären Electromagnetismus und zeigte, daß es möglich sei, durch Verbindung mit einer mechanischen Kraft dem Wirken eines Electromagneten eine gleichmäßige kreisrunde Bewegung zn ertheilen, die nur in einem Sinne vor sich gehen dürfe. Ein durch den Strom mittelst eines Electromagnets und eines Eschappements im Kreise herumbewegter Zeiger wird durch Unterbrechung oder Schließung der Kette auf einem beliebigen

der Zeichen festgehalten, die auf dem Umfange dieses Kreises verzeichnet sind und Buchstaben, Phrasen, Namen 2c. 2c. bedeuten.

Sowohl Deutschland, Frankreich als auch England hat die mannigfaltigsten Formen von solchen Zeigerapparaten. Fardely, Kramer, Drescher, Siemens und Halske haben die Telegraphen sehr verbessert, jedoch bleiben dieselben immer die langsamsten. Eine Depesche mit 20 Worten braucht am Zeigertelegraph 14 Min., dagegen am Glockentelegraph von Steinheil nur 3 Minuten und am Morsée'schen Apparate nur 1 Minute.

Die Apparate der dritten Art sind die Schreibapparate von Morsée. Diese haben vor den Zeigerapparaten alle Vorzüge, die das geschriebene Wort vor dem gesprochenen hat, gestatten eine sehr schnelle Correspondenz und erfordern zu ihrer Bewegung verhältnißmäßig wenig electromagnetische Kraft.

Seit dem Jahre 1832 studirte Morsée mit unermüdetem Eifer an der Verbesserung seines damaligen Prinzips, und kam endlich nach vielen kostspieligen Versuchen zu dem glänzenden Erfolge, daß es möglich sei, alle Buchstaben, Ziffern und andere Phrasen auf höchst einfache Weise und mit großer Schnelligkeit mittheilen zu können, und zwar mit einer einzigen Drahtkette, d. i. mit zwei Leitdrähten, wovon jetzt aber durch die Entdeckung Steinheils auch noch der zweite Leitdraht durch die feuchte Erde vertreten wird. In neuerer Zeit sind diese Telegraphen beinahe in ganz Europa schon in Anwendung, und was dieselben noch an Schwerfälligkeit hatten, wurde durch die Leistungen Robinsons, Halske's und Stöhrers vollkommen beseitigt. Es sind in dem Apparate dreierlei Kräfte zu einer Combination vereinigt: Electromagnetismus, Galvanismus und Mechanismus. Der Apparat gibt nur zwei Elementarzeichen: einen Punkt und eine gerade Linie, welche der Telegraphist durch eine einfache Handbewegung mittelst eines Tasters in beliebiger Gruppirung und mit großer Geschwindigkeit zu entwickeln vermag.

Diese Zeichen prägen sich durch einen Stahlstift, der durch Electromagnetismus in Bewegung gesetzt wird, einem auf der andern Station sich abwickelnden Papierstreifen ein, und repräsentiren einzeln oder in Gruppen zu 2, 3, 4 Strichen oder Punkten die Buchstaben und Zahlen.

Auf. Taf. XXXIX. ist dieser Telegraph durch Fig. 33 im Aufriß, in Fig. 35 im Grundriß und in Fig. 34 in der Seitenansicht verzeichnet; I., II., III. stellen den Unterbrechungsapparat oder Taster vor. Der Electromagnet A ist ebenso wie die Säulen und Wände, welche den Apparat tragen und einschließen, auf der hölzernen Platte x, x befestigt, und es werden die Drahtenden seiner Schenkelumwindungen mit den Leitungsdrähten a und b des galvanischen Stromes in den Säulchen c und c' durch Preßschrauben verbunden. Auf der Säule m ist der Hebel C, C zwischen den Spitzen der Schrauben d, d leicht drehbar gelagert und am Hebelarme rechter Hand der Anker B verbunden, so daß dieser von den Polen des Electromagnets angezogen werden kann, wenn die Kette geschlossen ist, während eine Spiralfeder f den entgegengesetzten Hebelarm beim Oeffnen der Kette niederzieht und somit

den Anker entfernt. Die Hebelbewegung läßt sich durch 2 von den Säulen m und n ausgehende Stellschrauben g und h, die Spannung der Spiralfeder f aber nach Verhältniß der Stromstärke durch Anziehen oder Nachlassen des Seidenfadens f' vermittelst der drehbaren Welle i reguliren.

Zwischen den durch die Verbindungsbolzen o, o, o vereinigten Gestellwänden befindet sich eine Art Uhrwerk, und es ist wie bei diesem eine Schnurtrommel D und Sperrrad K mit der Welle fest verbunden, so daß durch Aufsetzen eines Schlüssels auf das Ende der Trommelwelle das Ganggewicht aufgezogen werden kann, ohne das auf derselben Welle lose aufsitzende Stirnrad E mitzunehmen. Dieß geschieht jedoch, wenn sich der am Rade C festsitzende Sperrkegel nach dem Aufziehen in das Sperrrad einlegt, und es wird dann auf das Rad C Bewegung in der Richtung des Zuggewichts übertragen. Das Rad E greift in das Getriebe des Rades F, und dieses sowohl in das Getriebe des Rades G als auch in das Rad H, wodurch endlich noch das Rad J bewegt wird. Auf den Wellen der letzteren beiden Räder befinden sich die dicht aneinander liegenden Walzen H und J, welche bei ihrer Bewegung einen zwischen ihnen durchgeführten Papierstreifen regelmäßig fortziehen. Das Rad G setzt durch ein Getriebe J einen Windflügel t, Fig. 35, in Bewegung, um den Gang des Apparates regelmäßig zu machen.

Der zuletzt beschriebene Mechanismus läßt sich in Gang setzen oder unterbrechen durch Herausziehen oder Einschieben eines Stiftes S zwischen die Speichen des Rades F. Leicht erklärlich wird nun der Hauptzweck des Apparates unter der Voraussetzung, daß die nach oben gekehrte stumpfe Spitze der Schraube v am linken Ende des Hebels C sich gegen den Papierstreif p auf der Walze J anlegen und je nach der Zeitdauer Punkte oder Striche als Eindrücke sichtbar machen kann.

Dieses periodisch und genau abzumessende Verzeichnen mittelst dieses Stiftes erfolgt durch ein abwechselndes Anziehen und Lösen des Ankers B mit Hülfe des Tasters I. Der in der Drahtleitung a nach der Pfeilrichtung gehende Strom umkreist den Electromagnet, geht durch den im zweiten Säulchen c' verbundenen Leitungsdraht b nach dem Ansatze q (III) und bei dessen Berührung mit einem zweiten correspondirenden Ansatze q' durch Niederdrücken des Hebels K durch diesen selbst nach dem entgegengesetzten Leitungsdraht a' (II) fort. Nach dem Aufhören des Drucks auf den Hebel bewirkt die Feder z, sofort die Trennung der beiden Ansätze q und q' und somit das Oeffnen der Kette. Die Stellschraube s läßt durch Höher- oder Tieferstellen des kurzen Hebelarmes von K den Zwischenraum der Ansätze q und q' reguliren.

Das Telegraphiren zwischen 2 Stationen, bei denen der Strom einer Batterie durch den Draht und durch die Erdleitung wirksam und in diese Kette auf jeder Station ein derartiger Apparat eingeschaltet ist, zeigt man entweder durch einen besondern Weckerapparat, oder dadurch an, daß der Hebel K mehrfach und schnell hintereinander nachgedrückt wird, und so auf

der zweiten Station ein eben so oftmaliges Anziehen des Ankers bewirkt. Durch ein gleichartiges Verfahren der Stromunterbrechung wird hierauf von der zweiten auf die erste Station dieses hammerartige Anschlagen des Ankers als ein Gegenzeichen zurückgeäußert, so daß nunmehr das eigentliche Telegraphiren durch den Taster beginnen kann. Dieses besteht darin, durch die stumpfe Spitze v am linken Ende des Hebels C auf den sich gegen die Walze J anlegenden Papierstreif p Punkte oder Striche einzeln, paarweise oder in Gruppen zu verzeichnen.

Wie durch diese zwei Zeichen des Alphabets und die einfachen Zahlzeichen dargestellt werden können, ist aus dem folgenden Schema ersichtlich:

a.—	o———	2..———
b—...	p.——.	3...——
c—.—.	q——.—	4....—
d—..	r.—.	5.....
e.	s...	6—....
f..—.	t—	7——...
g——.	u..—	8———..
h....	v...—	9————.
i.———	w.——	0——————
k—.—	x—..—	
l.—..	y—.——	
m——	z——..	
n—.	1.————	

Stöhrer hat den für den bayerischen und österreichischen Staatstelegraphen verwendeten Morsée'schen Schreibapparat dahin vervollkommnet, daß mit 2 Hebeln in parallelen Linien geschrieben wird, wobei weniger Zeichen für dieselbe Mittheilung genügen.

Der Umstand, daß mit dem Morsée'schen Telegraphen auf große Entfernungen nicht mit Genauigkeit signalisirt werden konnte, weil die Länge des Leitungsdrahts schon einen großen Widerstand bot, und daher eine große Kraft dazu gehörte, den Hebel und Schreibstift des Apparates mit der Schnelligkeit des Tasters gleichen Schritt halten zu lassen, wurde durch Robinson und Halske vollkommen beseitigt, und zwar durch den Relais oder Uebertrager, der nun statt des frühern Schreibapparats in die Leitungskette eingeschaltet wird, und durch das Anziehen seines Ankers erst eine eigene Lokalbatterie schließt, welche der in der Nähe stehende Apparat mit großer Leichtigkeit und Schnelligkeit zu bewegen vermag. Der Schreibapparat ist also jetzt von der Linie unabhängig. Der Relais besteht aus einem Electromagneten mit 2—3000 Umwindungen eines äußerst feinen, gut übersponnenen Kupferdrahts, sodann aus einem Anker mit doppelarmigem Hebel, wovon der längere Arm zwischen zwei fein geschnittene Schrauben eines messingenen Ständers greift und sich auf- und abbewegen kann. Die Spitze der obern Schraube ist von isolirender Substanz, z. B. Glas, die untere Schraube dagegen ist

ganz metallisch und so gestellt, daß das Ende des genannten längern Hebelarmes sogleich mit der Schraubenspitze in Berührung tritt, wenn der Anker von den Polen des Electromagneten angezogen wird. Sobald nun ein Strom den letztern durchläuft, so schließt sich die eingeschaltete Lokalbatterie und bezweckt, daß der Schreibstift des Schreibapparates genau den Bewegungen des Relais folgt. Der Strom der Lokalbatterie kann somit beliebig verstärkt werden, und ein so gestalteter Relais vermag mit größter Energie auf den Schreibapparat zu wirken.

Außer dem Relais hat man auch noch sog. Galvanometer mit den Morsée'schen Apparaten in Verbindung gebracht. Alle Drähte werden durch diese Galvanometer geleitet und es läßt somit das Abweichen der Magnetnadel sogleich erkennen, ob der Strom durchgeht oder nicht.

Was nun die Batterien betrifft, welche als wesentliche Theile der electromagnetischen Telegraphen vorhanden sein müssen, so unterscheidet man im Allgemeinen veränderliche und constante Batterien. Eine veränderliche Batterie ist diejenige, welche wohl zwei Metalle als Electromotoren, aber nur eine Flüssigkeit und kein Diaphragma hat.

Constante Batterien sind solche, welche außer den zwei Metallen auch zweierlei Flüssigkeiten und ein Diaphragma (poröse Scheidewand) besitzen, und daher an Intensität und Dauer des Stroms die veränderlichen Batterien weit übertreffen. Es wurden diese Batterien von den verschiedenen Physikern Bequerell, Daniel, Smee, Bunzen ꝛc. verschieden angeordnet, jedoch scheint die von Bunzen bei den Telegraphen am meisten Eingang gefunden zu haben. Die Kette der Batterie besteht aus einem Glasgefäß, einem Zinkcylinder, welcher aber amalgamirt ist, einem Kohlencylinder und einer Thonzelle. Zur Kohle kommt Salpetersäure von 1·3 spec. Gewicht und zum Zink verdünnte Schwefelsäure. Benützt man den Kohlencylinder außer der Thonzelle, d. i. als Electromotor, so darf die Distanz zwischen den Kohlen und der Thonzelle nur 1 Millimeter Abstand betragen, und das Glas muß ziemlich weit sein, weil der Kohlencylinder viel Salpetersäure verschluckt.

Wird derselbe aber als Diaphragma und Electromotor zugleich verwendet, so muß derselbe unten einen massiven Boden haben und mit einer kleinen Oeffnung versehen sein, welche mit feinem Gartensand, der fest in dieselbe hineingedrückt wird, angefüllt ist.

Man unterscheidet Linien- und Lokalbatterien.

Die Linienbatterien müssen aus mehreren Batterien, deren Anzahl sich nach der Entfernung der Stationen und deren mindern oder bessern Isolirungsgrad richtet, bestehen.

Die Lokalbatterie braucht nur aus einer oder zweien Batterien zu bestehen und nur im Nothfalle verstärkt zu werden.

Wie nun die Apparate, welche in dem Obigen beschrieben wurden, mit der galvanischen Kette, mit deren Polardrähten, sowie mit den Luft- und Erdleitungen verbunden werden, welches der Lauf des electrischen Stromes von

seinem Entstehen an bis zu seiner Rückkehr in den Kraftapparat ist, lehrt die Combinationslehre. Wir beschränken uns hier auf die Bemerkung, daß die Apparate in die Batterien so eingeschaltet werden müssen, daß der Strom seinen Kreislauf vollbringen kann. Geht z. B. der Draht von dem positiven Pol einer Batterie aus, so berührt er den Apparat dieser Batterie, geht alsdann durch die Leitung zu dem Apparat der nächsten Station und von diesem zur Erdplatte, von wo er durch die Erdplatte der ersten Station zu dem negativen Pol der ersten Batterie gelangt und die Kette schließt.

§. 129.

Technische Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen über den Bau und die Betriebseinrichtungen der Eisenbahnen. 1866.

E. Signalwesen.

§. 182. Jede Eisenbahn, sie mag ein- oder zweispurig sein, muß einen elektromagnetischen Telegraphen für die Correspondenz zwischen den Stationen haben. Für diese Correspondenz eignet sich am besten der Morsée'sche Apparat mit hörbarem Arbeitston.

Es ist nothwendig, die Eisenbahnen mit elektromagnetischen Läutewerken auf den Bahnhöfen und Wärterstationen zu versehen.

§. 183. Nothwendig ist es, auch Einrichtungen zum Telegraphiren zwischen den Stationen und andern Zwischenpunkten der Bahn zur Herbeirufung von Hülfe zu treffen.

Wünschenswerth ist es, daß diese Einrichtungen zur Vermittelung der ausführlichen Correspondenz geeignet seien.

§. 184. Durchgehende optische Signale werden nicht für nothwendig gehalten; dagegen wird die Beibehaltung der optischen Signale zur Bezeichnung der Fahrbarkeit ihres Bahnbereichs neben dem elektrischen Signal für erforderlich erachtet; dabei ist es wünschenswerth, daß die Vorrichtungen zum Ertheilen dieser optischen Signale feststehend sind.

§. 185. Die nothwendigen Signale sind:

I. Signale auf der freien Bahn und auf den Stationen.
II. Signale auf den Zügen.
III. Signale für die Reisenden.

§. 186. Auf der Bahn müssen folgende Signale gegeben werden können:

a. Durch elektrische Vorrichtungen:
1) Der Zug ist von einer Station nach einer bestimmten andern Station abgegangen.
2) Eine Hülfsmaschine soll kommen.

b. Durch optische Vorrichtungen:
3) Die Bahn ist fahrbar.
4) Der Zug soll langsam fahren.
5) Der Zug soll halten.

Das letztere Signal ist auch da, wo dasselbe an feststehenden Vorrichtungen ertheilt wird, aus freier Hand durch die Wärter zu geben.

6) Die Weiche steht für ein bestimmtes Geleis.
7) Der Zug darf in den Bahnhof einfahren; der Zug soll vor demselben halten.

§. 187. Der jedesmalige Stand der Weichen der Bahnhöfe muß, mindestens bei Weichen in den Geleisen für durchgehende Züge, dem Locomotivführer, wenn er gegen die Spitze fährt, auf 500 Fuß (150,m·0) Entfernung kenntlich sein. Die dazu dienenden Zeichen müssen durch die Bewegung der Weichenzunge gestellt werden, und ist es wünschenswerth, daß dieselben bei

Tag und Nacht von gleicher Form und Farbe seien; für letztere ist nicht „roth" zu wählen (siehe §. 191).

§. 188. Die Stellung der Ausgußröhren bei Wasserkrahnen soll im Dunkeln kenntlich gemacht werden.

§. 189. Vom Zuge aus müssen folgende Signale gegeben werden können:

1) Ein Extrazug oder eine Locomotive kommt nach.

2) Ein Extrazug oder eine Locomotive kommt in entgegengesetzter Richtung.

Jede in der Dunkelheit fahrende Locomotive muß an der Vorderseite mindestens zwei nach vorn leuchtende Laternen haben; jeder in der Dunkelheit fahrende Zug muß außerdem am Schluß mindestens eine nach hinten leuchtende rothe Laterne, sowie ein dem Locomotivführer und dem Zugpersonal sichtbares, nach vorn leuchtendes Laternensignal führen.

§. 190. Das Zugpersonal muß folgende Signale geben können:

Der Locomotivführer:

1) das Signal „Achtung",

2) „ „ „Bremsen anziehen",

3) „ „ „Bremsen loslassen".

Das Wagenpersonal an den Locomotivführer:

Die Signale „Achtung" und „Halt".

§. 191. Bei feststehenden Signalvorrichtungen soll bei Tage die Form und nicht die Farbe allein die Signale ausdrücken.

Von den Weichen abgesehen, werden bei diesen Vorrichtungen die Flügelsignale vor allen übrigen empfohlen.

Zu optischen Nachtsignalen dürfen nur die Farben weiß, roth und grün verwendet werden, und zwar soll ausdrücken:

Weiß: Ordnung — freie Fahrt!

Grün: Vorsicht — langsam fahren!

Roth: Gefahr — Halt!

§. 192. Die Anwendung von Knallkapseln wird zur Ertheilung von Haltesignalen empfohlen.

§. 193. Bei allen Wagenzügen soll der Zugführer und wenigstens ein Bremser eine Verbindung mittelst Zugleine mit dem Locomotivführer haben, welche nach der Dampfpfeife oder einer Weckervorrichtung führt. Bei Personenzügen muß die Signalleine über den ganzen Zug reichen.

§. 194. Ist ein Extrazug oder eine Locomotive vom vorhergehenden Zuge durch ein Signal angezeigt, so muß der Zugführer solches außerdem noch schriftlich den Vorstehern der Bahnhöfe, auf welchen er mit dem anzeigenden Zuge anhält, melden.

§. 195. Bevor ein Extrazug von einer Station abgeht, muß derselbe durch den elektromagnetischen Telegraphen nach der nächsten Station gemeldet und die Rückantwort des Stations-Vorstehers eingegangen sein.

§. 130.

Literatur.

Heyne, Das Traçiren der Eisenbahnen. Wien 1865.

Leitung von Vorarbeiten für Eisenbahnen. Zeitschrift für Bauwesen 1861, p. 508.

Grundzüge für die Traçirung, Vermessung und Kartirung der Eisenbahnen im Herzogthum Braunschweig. Org. 1856, p. 101.

Edm. Heusinger v. Waldegg, Handbuch für specielle Eisenbahntechnik. 1. Bd. Leipz. 1869.

Heiber, Systematische Anleitung zum Traçiren der Eisenbahnen. Leipzig 1860.

Perdonnet, Traité élémentaire des chemins de fer. Paris 1865.

Henz, Praktische Anleitung zum Erdbau, bearbeitet von Pleßner. Berlin 1868.

Pleßner, Notizen zum Veranschlagen der Eisenbahnen.

Plathner, Ueber Entwässerung des Bahnplanums. Erbkamm 1856, p. 427 und Heusinger v. Waldegg Organ 1856, p. 54—58.
Zeller, Die Erdrutschen an Eisenbahnböschungen und die Anwendung der Drainage dagegen. Eisenbahnzeitung 1853, p. 201.
Eckenmeyer, Die Anwendung der Drainagen gegen Erdrutschungen von Eisenbahnböschungen.
Heusinger v. Waldegg, Die deutschen und östreichischen Werke zur Eisenbahnschienenfabrikation. Organ f. E. 1867, p. 115.
v. Weise, Mittheilungen über mehrere Schienenwalzwerke. Eisenbahnz. 1849, p. 44 u. 53.
Bessemer, Darstellung des Eisens zu Bahnschienen. Pol. Centralbl. 1856, p. 1038—42.
Bach, Ueber die Fabrikation von Eisenbahnschienen. Zeitschrift d. Ver. deutscher Ing. 1862, p. 364. Polyt. Centralbl. 1862, p. 1476.
Daelen, Ueber die zweckmäßigste Form der Eisenbahnschienen und deren Fabrikation. Eisenbahnz. 1859, Nr. 27 u. 28.
Mäurer, Die Formen der Walzkunst und das Façoneisen. Stuttgart 1865.
Paulus, Ueber die Fabrikation von Eisenbahnschienen. Organ für Eisenbahnw. 1864, p. 109 u. 137.
— — Fabrikation von Bessemer Stahl und dessen Anwendung zu Eisenbahnschienen. Organ 1866, p. 1.
Organ für Eisenbahnw. 2. Bd. p. 32—34, sodann Beibl. 1849, p. 1—3, und Eisenbahnzeitung 1845, p. 263 u. 264 über Accordbedingungen für die Lieferung von Eisenbahnschienen.
Clauß, Oberbau auf englischen Eisenbahnen. Schefflers Org. 1862, p. 264.
La Chatelier, Ueber den Oberbau auf den englischen Bahnen bis zum Jahre 1851. Org. 1853, p. 11.
Vignoles, Ueber den Oberbau der Eisenbahnen. Polyt. Centralblatt 1837, p. 337—39.
Henz, Stoßverbindung beim Oberbau der westphälischen Bahn. Eisenbahnz. 1851, p. 53.
Heusinger v. Waldegg, Ueber verschiedene neue Stoßverbindungen der Schienen. Org. 1852, p. 174—77 und 204—209 und Organ 1851, p. 153—155.
Schwebende Stoßverbindung der Schienen. Zeitschrift d. V. deutscher Eisenbahnverw. 1864, p. 341 und p. 298 u. 452, sodann Org. 1864, p. 206.
Baresch, Ueber Bahnoberbau. Org. 1864, p. 29, 52, 152 u. 251.
Heusinger v. Waldegg, Ueber die Steinunterlagen bei der Taunusbahn. Org. 1852, p. 208 u. 209.
Kullmann, Ueber die ausgedehntere Anwendung der Steinwürfel. Schefflers Org. 1858, p. 15.
Pouillet's Oberbausystem für Eisenbahnen. Org. 1852, p. 222.
Barlow's schmiedeiserner Bahnoberbau. Eisenbahnzeitung 1853, p. 23.
Baresch, Oberbau. Org. 1865, p. 49.
Dealen's eisernes Oberbausystem. Org. 1867, p. 254.
Hartwich's eiserner Oberbau. Org. 1867, p. 229.
Köstlin und Battig, Eisenbahnoberbau ohne Holz. Zeitschrift d. Ver. deutscher Eisenbahnverw. 1863, p. 1 und Zeitschrift des östreichischen Ingenieurvereins 1862.
Scheffler, Ueber einen eisernen Oberbau. Schefflers Org. 1862, p. 1.
Winkler, Vorträge über Eisenbahnbau. 1. u. 2. Hft. 1867.
Weishaupt, Untersuchung über die Tragfähigkeit verschiedener Eisenbahnschienen. 1852.
A. v. Kaven, Vorträge über Ingenieur-Wissenschaften an der polyt. Schule in Hannover: Bahnhöfe. 1864.
E. Sonne, Atlas zu Fr. v. Weber's Telegraphen- und Signalwesen der Eisenbahnen. Stuttgart 1869.
Heusinger v. Waldegg, Skizzen und Hauptdimensionen der Locomotiven nach verschiedenen Systemen. Anhang zu III. Suppl. d. Org. der Fortschritte des Eisenbahnwesens.
Das Telegraphen- und Signalwesen der Eisenbahnen. Geschichte und Technik desselben von M. v. Weber. Weimar 1867.

Literatur über sekundäre Bahnen von Baurath v. Kaven in Hannover. Org. f. d. Fortschritte d. E. W. 3. Hft. 1869.

1. Grundzüge für eine billigere Herstellung der Eisenbahnen. Zeitschrift des östr. Ingenieurvereins 1868. XX. p. 8—12, 31—36, 46—51.
2. Construction und Betrieb der in Frankreich noch zu erbauenden Eisenbahnen. Organ für Fortschritte des E. W. III. 1866.
3. Ueber die Anlage sekundärer Eisenbahnen von Flachat, Mem. et Compte rend. des trav. de la soc. ing. civil 1861.
4. Ueber die sog. sekundären Eisenbahnen von Perrot. Zeitung d. V. deutscher Eisenbahnverw. 1865. p. 526—530 und Nr. 28.
5. Ueber sekundäre Bahnen von Ruelle und billige Eisenbahnen von Salles. Oppermann, Nouvelles annales de la Constr. 1868 u. 1858 u. 1856.
6. Project eines neuen Eisenbahnsystems für Gütertransporte von Hartwich. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. IX. p. 569.
7. Ueber schmalspurige Eisenbahnen für Pferde- und Locomotivbetrieb von Bach. Zeitschrift d. V. deutscher Ing. VII. 1863.
8. Ueber schmalspurige Eisenbahnen für Pferde- und Locomotivbetrieb. Polyt. Journal von Dingler. CLXX. Heft 6.
9. Ueber den Betrieb der Eisenbahnen in den östlichen Provinzen Preußens durch Pferde. Eisenbahnzeitung I. 1846, p. 67—69.
10. Ueber Anlage und Betriebskosten von Pferdeeisenbahnen von A. Strecker. Zeitschrift des östr. Ingenieurvereins 1863, p. 31.
11. Die Industriebahnen Oestreichs und Bayerns. Beilage zur Zeitung d. V. deutscher Eisenbahnverwaltungen Nr. 44. 1868.

Anhang.

§. 1. Theorie der Locomotiv-Maſchinen.
   a. Formeln zur Berechnung der Laſt, welche eine Locomotive mit gegebener Geſchwindigkeit ziehen kann.
   b. Formeln zur Berechnung der Hauptdimenſionen neu zu erbauender Locomotiven.

§. 2. Allgemeine Ableitung der Formel für die Trag- oder Widerſtandsfähigkeit von Eiſenbahnſchienen für jede beliebige Querſchnittsform.

§. 3. Grundzüge für die einheitliche Geſtaltung der Eiſenbahnen Deutſchlands. Sicherheits-Anordnungen.

§. 4. Tabelle der Baukoſten verſchiedener Eiſenbahnen, Kanäle und Straßen auf die Linie von 4 Kilometer.

$$\frac{[illegible]}{[illegible]} = [illegible]$$

[illegible]

I [illegible]

[illegible]

$$[illegible] = [illegible] - [illegible] = [illegible] - [illegible]$$

$[illegible] = \frac{[illegible]}{[illegible]}$ [illegible] $\frac{[illegible]}{[illegible]}$ [illegible]

[illegible]

II [illegible]

$$[illegible] = [illegible] - [illegible]$$

[illegible] $\frac{[illegible]}{[illegible]}$ [illegible]

[illegible] $[illegible] - [illegible]$ [illegible]

[illegible]

[illegible]

$= [illegible]$ [illegible]

$= [illegible]$ [illegible]

III [illegible]

IV [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

$$[illegible] = [illegible] - [illegible] - [illegible] = [illegible]$$

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

$$[illegible] + [illegible] = [illegible] - [illegible] - [illegible] - [illegible] = [illegible]$$

[illegible]

$$[illegible] = [illegible] - [illegible] - [illegible] = [illegible]$$

[illegible]

$$[illegible] = \frac{[illegible]}{[illegible]}$$

β Coefficient = 0·11557.

S′ Waſſermenge, die in der Stunde verdampft, in Kubikmetern; dieſer Werth von S′ ſetzt voraus, daß kein Dampf entweicht; im entgegengeſetzten Falle würde man S kleiner machen, um dieſer Entweichung Rechnung zu tragen.

O Schnitt der Röhre in Quadratmetern. Für einen Quadratmeter hat man gewöhnlich $p' = 76{\cdot}62$ und $p'v = 76{\cdot}62 \,.\, v$ Kilogr., wenn v in Kilometern auf die Stunde ausgedrückt wird.

Die Werthe von R′, F′, p′ in dem Werthe von R (1) ſubſtituirt hat man:

$$R = \left[KM - uv^2 \pm (M+m)\sin\alpha\right]\frac{D}{d^2 l} + F\frac{D}{d^2 l} + \delta\left[KM + uv^2 \pm (M+m)\sin\alpha\right].$$
$$\cdot\frac{D}{d^2 l} + p + 76{\cdot}62 \,.\, v;$$

oder:

$$R = (1+\delta)\left[(K \pm \sin\alpha\,(M \pm m\sin\alpha + uv^2\right]\frac{D}{d^2 l} + F\frac{D}{d^2 l} + p + 76{\cdot}62v \,. \quad (4)$$

Man hat ferner

$$s = \mu S$$

s Volumen des im Cylinder befindlichen Dampfes von dem Drucke R;

S Volumen des Waſſers, welches das Volumen s Dampf erzeugt hat;

μ Verhältniß von s zu S.

Man kann ſetzen:

$$\mu = \frac{1}{n + q\sqrt{R}}$$

n und q conſtante Größen.

In dieſer Gleichung R durch ſeinen Werth (4) ausgedrückt, hat man

$$\mu = \frac{1}{n + q\left[(1+\delta)\left((K \pm \sin\alpha)M \pm m\sin\alpha + uv^2\right)\frac{D}{d^2 l} + F\frac{D}{d^2 l} + p + 76{\cdot}62v\right]} \quad (5)$$

Der Aufwand an Dampf für jeden Kolbenhub iſt

$$\frac{1}{4}\,\pi d^2 (1+c)$$

c freier Spielraum des Cylinders oder verlorener Raum zwiſchen Kolben und Cylindergrundfläche mit Einſchluß der Dampfwege zwiſchen den Schiebladen und dem Cylinder.

Die Zahl der Kolbenhube in der Stunde iſt alsdann

$$\frac{\mu S}{\frac{1}{4}\,\pi d^2 (1+c)}$$

Die Zahl der Umdrehungen der Triebräder in derſelben Zeit iſt, wenn man bemerkt, daß jeder Kolben 2 Hube auf die Radumdrehung gibt,

$$\frac{\mu S}{\pi d^2 (1+c)}$$

und der in einer Stunde durchlaufene Weg

$$\frac{\mu S \pi D}{\pi d^2 (1+e)}.$$

Die Geſchwindigkeit der Locomotive in Meter auf die Stunde iſt alſo

$$V = \frac{\mu S D}{d^2 (1+e)}$$

und in Kilometern iſt ſie

$$v = \frac{V}{1000} = \frac{1}{1000} \cdot \frac{\mu S D}{d^2 (1+e)}.$$

Drückt man μ durch ſeinen Werth (5) aus, ſo hat man:

$$v = \frac{1}{1000} \cdot \frac{1}{q} \cdot \frac{1}{1+e} \times$$

$$\times \frac{S}{(1+\delta)[(K \pm \sin\alpha) M \pm m \sin\alpha + uv^2] + F + \frac{d^2 l}{D}\left(\frac{n}{q} + p + 76{\cdot}62\, v\right)} \quad (6).$$

Iſt S das Volumen des zur Bildung des Volumens s Dampf angewendeten Waſſers, und S' das Volumen des aus dem Keſſel (als Dampf und von dieſem fortgenommenes Waſſer) kommenden Waſſers, ſo hat man

$$S' = 1{\cdot}33\, S.$$

Den Dampf berückſichtigend, der durch die Sicherheitsventile verloren geht, hat man

$$S' = 1{\cdot}40\, S.$$

Bei einer Locomotive wächst die Menge des verdampften Waſſers im Verhältniß der vierten Wurzel der Geſchwindigkeit der Locomotive, alſo wenn v die der verdampften Waſſermenge S' und v'' die der Waſſermenge S'' entſprechende Geſchwindigkeit iſt

$$S' : S'' = \sqrt[4]{v} : \sqrt[4]{v''}$$

woher

$$S' = S'' \left(\frac{v}{v'}\right)^{\frac{1}{4}}.$$

Bedeutet T die Heizfläche in Quadratmetern, ſo hat man $S'' = 0{\cdot}054\, T$, folglich

$$S' = 0{\cdot}054 \,.\, T \left(\frac{v}{32}\right)^{\frac{1}{4}}.$$

(Man fand nämlich bei der Geſchwindigkeit von 32 Kilometer in der Stunde die in derſelben Zeit verdampfte Quantität Waſſer 0·054 Kubikmeter auf den □Meter Heizfläche)

und

$$S = \frac{0{\cdot}054 \,.\, T \,.\, \left(\frac{v}{32}\right)^{\frac{1}{4}}}{1{\cdot}40}.$$

S durch ſeinen Werth in Formel (6) ausgedrückt, hat man

$$v = \frac{1}{1000} \cdot \frac{1}{q} \cdot \frac{1}{1+e} \times$$

$$\times \frac{\frac{0{\cdot}054 \,.\, T \,.\, \left(\frac{v}{32}\right)^{\frac{1}{4}}}{1{\cdot}40}}{(1+\delta)[(K \pm \sin\alpha)\, M \pm m \sin\alpha + uv^2] + F + \frac{d^2 l}{D}\left(\frac{n}{q} + p + 76{\cdot}62\, v\right)}$$

eine Gleichung, aus der man den Werth von v unmittelbar ableiten kann; allein es ist der größern Leichtigkeit der Rechnung wegen besser, den Werth von v durch Versuche zu bestimmen. Man setzt an die Stelle von v im zweiten Gliede der Gleichung einen Werth, von dem man annimmt, daß er dem wirklichen Werth nahe kommt, und leitet aus der Gleichung einen zweiten Werth von v ab, welcher alsdann nochmals substituirt werden kann und einen dritten und hinreichend genauen Werth liefert.

Hat man die Last zu bestimmen, welche von der Locomotive gezogen wird, so genügt es, den Werth von M aus Gleichung (6) abzuleiten, wodurch man erhält:

$$M = \frac{1}{(1+\delta)(K \pm \sin\alpha)}\left[\frac{1}{1000} \cdot \frac{l}{l+c} \cdot \frac{S}{qv} - \frac{d^2 l}{D}\left(\frac{n}{q} + p + 76{\cdot}62\, v\right) - F\right] - \\ - \frac{1}{K \pm \sin\alpha}\,(u v^2 \pm m \sin\alpha),$$

ein Ausdruck von der Form:

$$M = B - \frac{1}{K \pm \sin\alpha}\left(u v^2 \pm m \sin\alpha\right).$$

In dieser Formel ist der Werth von B bekannt; nur der Werth $uv^2 = DEAV^2$, der eine Function von M, ist noch nicht bekannt. Man wird daher am besten thun, für uv^2 einen vorläufigen Werth anzunehmen, alsdann aus dem Werth von M den Werth von A, und folglich auch den ihm entsprechenden Werth von uv^2 folgern; dieser zweite Werth von uv^2 in der Gleichung substituirt, gibt einen hinreichend genauen Werth von M.

Pambour hat durch Beobachtung gefunden, daß man hatte

$\delta = 0{\cdot}14$ für Locomotive mit freien Rädern,

$\delta = 0{\cdot}22$ „ „ „ gekuppelten Rädern.

Die Coefficienten

$n = 0{\cdot}0001421$, wenn der Druck R in Kilogr. auf den □Mtr. ausgedrückt ist, und

$q = 0{\cdot}0000000471$, auch wenn R in Kilogr. für den □Mtr. ausgedrückt ist.

$c = \frac{1}{20}\, l.$

$\frac{l+c}{l} = \frac{21}{20}$, Spielraum des Cylinders.

b) Formeln zur Berechnung der Hauptdimensionen von neu zu erbauenden Locomotiven, die eine bestimmte Leistung hervorbringen sollen.

(Nach Redtenbacher.)

Es sei:

O der Querschnitt eines Dampfcylinders,
d der Durchmesser „ „
l die Länge des Kolbenhubs,
l_1 Weg, den der Kolben bei Expansionsmaschinen zurücklegt, bis die Absperrung eintritt,
D der Durchmesser eines Triebrades,
F die Heizfläche des Kessels mit Einschluß des Feuerkastens,
S Dampfmenge in Kilogr., welche per 1 Secunde auf die beiden Kolben wirkt,
S' wirkliche totale Verdampfung in Kilogr. und per 1 Secunde,
q das Gewicht der Locomotive in Tonnen à 1000 Kilogr.,
Q das Gewicht aller an die Locomotive angehängten Wagen sammt ihrer Belastung in Tonnen à 1000 Kilogr.,
α der Neigungswinkel der Bahn,
V die Geschwindigkeit des Wagenzugs per 1″,
v die mittlere Geschwindigkeit der Kolben,
p der Druck des Dampfes auf 1 Quadratmeter hinter dem Kolben.

Spannkraft des Dampfes in Atmosphären	Werthe von p Kilogr.
2	20660
3	30990
3·5	36150
4	41320
4·5	46480
5	51650
5·5	56810

r der mittlere Gegendruck auf die Vorderflächen der Kolben in Kilogr. per 1 Quadratmeter. Unter r ist sowohl der atmosphärische Druck, als auch der Einfluß des Blasrohres zu verstehen.

m der Coefficient für den schädlichen Raum, d. h. das Verhältniß zwischen dem Volumen eines Dampfkanals mehr dem Volumen zwischen Deckel und Kolben, wenn letzterer am Ende des Hubes steht, zu dem Volumen, welches der Kolben bei einem Hub beschreibt, gewöhnlich 0·05.

Widerstandscoefficienten.

Jede Tonne der an dem Dampfwagen angehängten Last verursacht, mit Einschluß des Luftwiderstandes und bei gewöhnlicher Geschwindigkeit der Fahrt (10—12 Mtr. per 1″), einen Widerstand von ungefähr 5—6 Kilogr.

Jede Tonne von dem Gewicht der Locomotive verursacht mit Einschluß der Reibung der Maschinentheile einen Widerstand von ungefähr 10—12 Kilogr.

Die Coefficienten für die Reibung der Räder auf der Bahn sind:

a) wenn die Schienen trocken und staubig sind . . $^1/_5$
b) wenn die Schienen etwas feucht sind . . . . $^1/_{10}$
c) wenn die Schienen naß oder beschneit sind . . $^1/_{15}$.

Der Gegendruck auf die Vorderflächen der Kolben beträgt in der Regel $1^1/_4$ Atmosphären; es ist daher gewöhnlich r = 12500 Kilogr.

Für neu zu erbauende Locomotiven ist gegeben:

$$V,\ v,\ Q,\ q,\ \sin\alpha,\ p,\ r.$$

Die zu bestimmenden Größen sind:

$$\frac{D}{l},\ O,\ d,\ S,\ S',\ F.$$

Hierzu dienen folgende Gleichungen:

A. Locomotive mit Maschinen ohne Expansion.

$$\frac{D}{l} = \frac{2V}{\pi v}$$

$$O = \frac{1}{2}\frac{V}{v} \cdot \frac{5Q + 10q + 1000 \sin\alpha\,(Q+q)}{p - r.}$$

$$d = \sqrt{\frac{4O}{\pi}}$$

$$S = 2O\,(1 + m)\,v\,(\alpha + \beta p) \text{ wobei}$$

$$\alpha = 0{\cdot}1427$$

$$\beta = 0{\cdot}0000\ 4729$$

$$S' = 1{\cdot}4\sqrt[4]{\frac{8{\cdot}89}{V}} \cdot S$$

$$F = 81{\cdot}5\sqrt[4]{\frac{8{\cdot}89}{V}} \cdot S = 58\,S'$$

B. Locomotive mit expandirenden Maschinen.

$$\frac{D}{l} = \frac{2V}{\pi v}$$

$$O = \frac{1}{l} \cdot \frac{V}{v} \cdot \frac{5Q + 10q + 1000 \sin\alpha\,(Q+q)}{\left(\frac{\alpha}{\beta} + p\right)k - \left(\frac{\alpha}{\beta} + r\right)}$$

$$d = \sqrt{\frac{4O}{\pi}}$$

$$S = 2O\left(\frac{l_4}{l} + m\right)v \cdot \left(\alpha + \beta p\right);\ S' = 1{\cdot}4\sqrt[4]{\frac{8{\cdot}89}{V}} \cdot S;$$

$$F = 81{\cdot}5\sqrt[4]{\frac{8{\cdot}89}{V}} \cdot S$$

$$\alpha = 0{\cdot}1427,\ \beta = 0{\cdot}00004729;\ \frac{\alpha}{\beta} = 3018$$

$$\text{für } \frac{l_1}{l} = \frac{3}{4}\quad\frac{1}{2}\quad\frac{1}{3}\quad\frac{1}{4}\quad\frac{1}{5}$$

$$\text{ist } k = 0{\cdot}958\ \ 0{\cdot}846\ \ 0{\cdot}685\ \ 0{\cdot}568\ \ 0{\cdot}535.$$

Größte Last, welche eine Locomotive fortzuschaffen vermag, ohne daß ein Gleiten der Triebräder auf der Bahn eintritt.

Nennt man:

Q' die größte Last in Tonnen ausgedrückt;

q' die Last in Tonnen, welche auf den Triebrädern liegt;

f den Coefficienten für die Reibung der Räder auf der Bahn, so ist

$$Q' = \frac{1000\,fq' - q\,(10 + 1000 \sin \alpha)}{5 + 1000 \sin \alpha}.$$

Hat man die Heizfläche des Kessels und den Durchmesser des Dampfcylinders nach dem frühern berechnet, so findet man die übrigen wesentlichen Dimensionen einer Locomotive durch nachstehende Regeln. Es bedeutet in denselben:

F die totale Heizfläche des Kessels,
d den Durchmesser des Dampfcylinders,
D den Durchmesser eines Triebrades,
v die Geschwindigkeit eines Kolbens,
V die Geschwindigkeit der Locomotive in Metern und per 1".

Der Kessel.

Oberfläche des Rostes		$0{\cdot}013\ F$
Heizfläche der Feuerbüchse		$0{\cdot}074\ F$
Anzahl der Röhren		$50\sqrt[4]{F}$
Durchmesser einer Röhre im Lichten		$0{\cdot}01\sqrt[8]{F}$
Länge einer Röhre		$0{\cdot}673\ F^{5/12}$
Summe der Querschnitte der Röhren im Lichten		$0{\cdot}087\ F$
Durchmesser des großen Kessels		$0{\cdot}120\sqrt{F}$
Blechdicke dieses Kessels		$0{\cdot}0013\sqrt{F}$
Blechdicke der Umhüllung der Feuerbüchse		$0{\cdot}0014\sqrt{F}$
Blechdicke der Feuerbüchse (Kupfer)	Decke	$0{\cdot}0014\sqrt{F}$
	Rückwand und Seitenwände	$0{\cdot}0014\sqrt{F}$
	Röhrenwand	$0{\cdot}0024\sqrt{F}$
Abstand der Wände der Feuerbüchse von den Wänden d. Umhüllung		0·08 Mtr.
Querschnitt der Oeffnung eines Sicherheitsventils		$0{\cdot}0001\ F$
Größter Querschnitt der Oeffnung des Regulators		$0{\cdot}0002\ F$
Querschnitt des Dampfrohrs		$0{\cdot}0002\ F$
Mündung des Blasrohrs	größter Querschnitt	$0{\cdot}00017\ F$
	kleinster „	$0{\cdot}000033\ F$

Durchmesser des Kamins	$0{\cdot}04\sqrt{F}$
Durchmesser einer Pumpe	$0{\cdot}0128\sqrt{F}$
Kolbenhub einer Pumpe	$0{\cdot}0137\sqrt{F}$
Durchmesser der Saug- und Druckröhren	$0{\cdot}0058\sqrt{F}$

Die Maschine.

Durchmesser eines Dampfcylinders	d =	$0{\cdot}0458\sqrt{F}$
Kolbenhub		1·57 d
Länge einer Kurbelstange		3·84 d
Geschwindigkeit eines Kolbens		2·5 Mtr.
Dampfeinströmung: Breite		0·669 d
Dampfeinströmung: Weite		0·084 d
Dampfausströmung: Breite		0·669 d
Dampfausströmung: Weite		0·163 d
Voreilungswinkel		30°
Schieber: Breite		0·82 d
Schieber: Länge		0·63 d
Schieber: Innere Ueberdeckung		0·0112 d
Schieber: Aeußere „		0·08 d
Schieber: Bewegung		0·305 d

Der Wagen.

Durchmesser der Triebräder $D = d\,\frac{V}{v}$

für $V = 6\ 8\ 10\ 12$ wird $\frac{D}{d} = 2{\cdot}4\ \ 3{\cdot}2\ \ 4\ \ 4{\cdot}16$

Spurkränze: Breite	0·37 d
Spurkränze: Metalldicke	0·13 d
Federn bei gleichförmiger Vertheilung der Last: Länge	$0{\cdot}128\sqrt{F}$
Federn bei gleichförmiger Vertheilung der Last: Breite	$0{\cdot}011\sqrt{F}$
Federn bei gleichförmiger Vertheilung der Last: Höhe	$0{\cdot}019\sqrt{F}$
Gewicht der leeren Locomotive	0·3 F Tonnen à 1000 Kilogr.

§. 2.

Allgemeine Ableitung der Formel für die Trag- oder Widerstandsfähigkeit von Eisenbahnschienen für jede beliebige Querschnittsform*).

Der allgemeine Ausdruck für das Widerstandsmoment eines Körpers ist nach §. 1 des Anhangs der allgemeinen Baukunde:

$$\frac{R_1}{v'}\int v^2\,dw \pm C.$$

*) Zeitschrift des österreichischen Ingenieurvereins. 1849.

Dieser Ausdruck läßt sich auch unter Hinweisung auf die Fig. 5, Taf. XIV., folgend schreiben:

$$\frac{R_1}{v'}\int x^2 y\,dx \pm C.$$

Liegt der Körper frei auf 2 Stützen, und ist l die Entfernung dieser Stützen, Q die in der Mitte des Körpers wirkende vertikale Kraft, so hat man das Kraftmoment: $\frac{Ql}{4}$

folglich ergibt sich die Gleichung:

$$\frac{Ql}{4} = \frac{R'}{v'}\int x^2 y\,dx \pm C.$$

Bedeutet aber G das Eigengewicht des Körpers, so ist die Constante $C = -\frac{G}{2}$ zu setzen; es ergibt sich daher die Gleichung:

$$Q = \frac{4R'}{l}\left\{\frac{1}{v'}\int x^2 y\,dx\right\} - \frac{G}{2} \ldots (1)$$

R' ist eine aus Versuchen zu bestimmende Größe, welche wir in dem frühern Widerstandscoefficient genannt haben;

v' die Entfernung der am meisten ausgedehnten oder comprimirten Faser von der neutralen Achse;

$\int x^2 y\,dx$ das Trägheitsmoment des betreffenden Körpers, welches dem Querschnitt gemäß zu bestimmen ist.

Ueber die Anwendbarkeit des obigen Integrals wird kein Zweifel obwalten, sobald die Querschnittsfläche zur Begrenzung eine reguläre Kurve der zweiten Ordnung hat, z. B. ein Kreis oder eine Ellipse ist. Ist die Kurve ohne Gesetz gegen die Coordinatenachsen, wie die Fig. 6, Taf XIV., dann kann man entweder für die ganze Kurve eine einzige Gleichung von der Form $y = f(x)$ auffinden, oder für jeden einzelnen Theil bestimmen, und sonach die betreffenden Integralien zwischen den correspondirenden Grenzen summiren.

Wir wählen die letztere Methode. Theilt man z. B. die Kurve mnrst in 2 Theile mnr und rst, so wird für die erstere Kurve

$$y = \varphi(x) = a + bx + cx^2 + \ldots$$

und für die zweite

$$y = \psi(x) = a + bx + cx^2 + \ldots$$

werden.

Substituirt man für $x_1\ x_2\ x_3$ und $y_1\ y_2\ y_3$ in den beiden Functionen dieselben numerischen Werthe, so wird für die Kurve mnr

bei
$$x_1 = 0,\ y_1 = 3$$
$$x_2 = 2,\ y_2 = 2$$
$$x_3 = 4,\ y_3 = 3$$
$$x_4 = 5,\ y_4 = 4$$
$$x_5 = 6,\ y_5 = 2$$

$$y = \varphi(x) = -31 + 14{\cdot}5\,x - 1{\cdot}5\,x^2 + \ldots$$

und für rst

$$y = \psi(x) = 3 - x + 0{\cdot}25\,x^2 + \ldots$$

und die entsprechenden Integrale von den beiden Kurven sind zu nehmen zwischen den Grenzen 0 und 4 und dann 4 und 6, nämlich

$$\int_0^4 x^2\,\varphi(x)\,dx \text{ und } \int_4^6 x^2\,\psi(x)\,dx$$

Nachdem aber die Summe der beiden Integralen nichts anderes ist, als die Bestimmung für die ganze Kurve mnrst, so ist hier auch

$$\int_0^6 x^2 f(x)\,dx;$$

man wird demnach auf beide Arten zum gewünschten Ziele gelangen können.

Zur Bestimmung der Trag- oder Widerstandsfähigkeit für einen Körper von beliebigem Querschnitt in horizontaler Richtung dient gleichfalls die allgemeine Gleichung (1) und man hat ganz wie oben zu verfahren. Ein Beispiel diene zur Erläuteruug. Dieselbe Querschnittsfläche, Fig. 7, ist auf dasselbe Coordinatensystem vom gleichen Ursprung dergestalt bezogen, daß die x in y und entgegengesetzt übergehen. Da nun die gleichnamigen Werthe beibehalten werden, so wird

$$\begin{aligned} x_1 &= 3 \text{ wenn } y_1 = 0 \\ x_2 &= 2 \quad " \quad y_2 = 2 \\ x_3 &= 3 \quad " \quad y_3 = 4 \\ x_4 &= 4 \quad " \quad y_4 = 5 \\ x_5 &= 2 \quad " \quad y_5 = 6 \text{ ist} \end{aligned}$$

und die allgemeine Funktion

$$y = f(x) = a + bx + cx^2 + \ldots$$

wird für die gerade Linie Bm

$$y = y_5 = 6$$

für die Kurve mn

$$f'(x) = 5 + x - 0{\cdot}25\,x^2 + \ldots$$

für die Kurve nrs

$$f''(x) = -5 + 45\,x - 0{\cdot}5\,x^2 + \ldots$$

für die Kurve st

$$f'''(x) = \frac{33}{4} - \frac{31}{8}x + \frac{3}{8}x^2 + \ldots$$

wodurch sonach die Auflösung nach der allgemeinen Gleichung (1) für den Werth Q bestimmt werden kann, es ist demnach:

$$Q = \frac{4R_1}{l}\left[\frac{1}{v'}\left\{\int_0^{x_5} x^2 y_5\,dx + \int_{x_5}^{x_4} x^2 f'(x)\,dx + \ldots (2)\right.\right.$$
$$\left.\left. + \int_{x_4}^{x^2} x^2 f''(x)\,dx + \int_{x_2}^{x_1} x^2 f'''(x)\,dx\right\}\right] - \frac{G}{2}$$

wo $v' = x_4 = 4$ ist. Die zwischen den bestimmten Grenzen genommenen Integralen erhalten auch ihr gehöriges Zeichen für jene Integrale, welche abzuziehen sind, es gibt demnach die Gleichung (2) alle Fälle von selbst an.

Wir geben nun die Berechnung der Trag- oder Widerstandsfähigkeit der Wien-Gloggnitzer Eisenbahnschiene gegen den vertikalen oder horizontal wirksamen Druck.

Bei dieser Schiene Fig. 8, wurde die Mittellinie az für die Berechnung des verticalen Drucks in dem Coordinatensystem als die Achse der x, und für die Berechnung des horizontalen Drucks als die Achse der y, dann die neutrale Achse der Schienen im Coordinatensystem für die erstere Berechnung als die Achse der y und für die zweite als die Achse der x angenommen.

Oesterreichisches Maß.

Für die Berechnung des Drucks in vertikaler Richtung.

Abscissen und Ordinaten.						Bezeichnung der Kurven.	Gleichungen für die einzelnen Kurven.
x_1	x_2	x_3	y_1	y_2	y_3		
1·5	1·705	1·88	1·042	0·97	0·583	bc	$y = -10{\cdot}974 + 15{\cdot}368x - 4{\cdot}904x^2$
1·176	1·336	1·5	0·835	1	1·042	cd	$y = -4{\cdot}13 - 7{\cdot}03x - 2{\cdot}388x^2$
0·296	0·776	1·176	0·25	0·41	0·835	df	$y = 0{\cdot}342 - 0{\cdot}555x + 0{\cdot}829x^2$
0	—	0·296	0·25	—	0·25	fx	$y = 0{\cdot}25$
0	—	0·392	0·25	—	0·25	xe	$y = 0{\cdot}25$
0·392	0·687	0·987	0·25	0·325	0·825	eh	$y = 0{\cdot}789 - 2{\cdot}310x + 2{\cdot}376x^2$
0·987	1·033	1·08	0·825	1·362	1·9	hi	$y = -10{\cdot}584 + 11{\cdot}559x$
1·08	—	1·495	1·9	—	1·916	ik	$y = 1{\cdot}858 + 0{\cdot}039x$

Daher:

$$Q = \frac{8R_1}{l}\left(\frac{1}{1{\cdot}88}\left[\int_{1{\cdot}5}^{1{\cdot}88}(-10{\cdot}974 + 15{\cdot}368x - 4{\cdot}904x^2)\,x^2\,dx + \right.\right.$$

$$+ \int_{1{\cdot}176}^{1{\cdot}5}(-4{\cdot}13 + 7{\cdot}03x - 2{\cdot}388x^2)\,x^2\,dx +$$

$$+ \int_{0{\cdot}296}^{1{\cdot}176}(0{\cdot}342 - 0{\cdot}555x + 0{\cdot}829x^2)\,x^2\,dx +$$

$$\left.\left. + \int_{0}^{0{\cdot}296} 0{\cdot}25\,x^2\,dx\right] + \frac{1}{1{\cdot}495}\left[\int_{0}^{0{\cdot}392} 0{\cdot}25\,x^2\,dx + \right.\right.$$

$$+\int_{0.392}^{0.987}(0.789-2.310x+2.376x^2)x^2dx+$$

$$+\int_{0.987}^{1.08}(+10.584+11.559x)x^2dx+$$

$$+\int_{1.08}^{1.495}(1.858+0.039x)x^2dx\Big]\Big\}-\frac{G}{2}$$

$$Q=\frac{8R_1}{l}\left\{\frac{1}{1.88}\begin{bmatrix}0.9979\\0.5762\\0.2906\\0.0022\\1.8669\end{bmatrix}+\frac{1}{1.495}\begin{bmatrix}0.0052\\0.1430\\0.1368\\1.3245\\\hline1.6095\end{bmatrix}\right\}-\frac{G}{2}$$

$$Q=\frac{8R_1}{l}\cdot 2.0696-\frac{G}{2}\quad\ldots(3).$$

Die Berechnung des Drucks in horizontaler Richtung führt in gleicher Weise zu der Gleichung:

$$Q=\frac{8R_1}{l}\cdot 0.7561-\frac{G}{2}\quad\ldots(4).$$

Die Werthe von R_1 sind je nach der Qualität des Eisens verschieden und wechseln zwischen 15000 und 30000 Wiener Pfund für den □Zoll. Nehmen wir $R_1 = 20000$ Pfund, das Gewicht der Schiene von einem Fuß Länge in Pfunden = 15; die Entfernung der Stützpunkte in Wiener Zoll 30, so ergibt sich die Widerstandsfähigkeit der Schiene in vertikaler Richtung:

$$Q = 11020 \text{ Pfund} = 110.2 \text{ Centner}$$

in horizontaler Richtung;

$$Q = 4010 \text{ Pfund} = 40.1 \text{ Centner}.$$

§. 3.

Grundzüge für die Gestaltung der Eisenbahnen Deutschlands 1866.

Sicherheits-Anordnungen.

A. Zustand der Bahn.

Weichen. §. 1. Weichen für durchgehende Züge, bei welchen, wenn sie nicht richtig gestellt sind, die Züge aus den Geleisen kommen können, sind unzulässig. — Es sind Vorkehrungen zu treffen, daß der richtige Stand der beweglichen Brücken und Weichen, welche nicht zu Bahnhöfen gehören, in einer Entfernung von 1000 Fuß zu erkennen ist. Solche Weichen müssen, so lange sie nicht bewacht sind, verschlossen gehalten werden. Bei beweglichen Brücken muß ein solches Signal durch den Mechanismus zum Schließen der Brücke gegeben werden.

Drehscheiben und Schiebebühnen. §. 2. In Hauptgeleisen für durchgehende Züge sind Drehscheiben und Schiebebühnen mit versenkten Geleisen unzulässig.

Schutz- und Streichschienen. §. 3. Außer bei Wegübergängen und in Bahnhöfen ist die Anbringung von Streichschienen (sog. Schutzschienen) untersagt.

Einfriedigungen. §. 4. Einfriedigungen müssen da angelegt werden, wo die gewöhnliche Bahnbewachung nicht ausreicht, um Menschen oder Vieh vom Betreten der Bahn abzuhalten.

Wegübergänge. §. 5. Die Uebergänge in gleicher Ebene mit der Bahn sind mit starken, leicht sichtbaren Barrieren in mindestens 12 Fuß Entfernung von der Mitte des nächsten Bahngeleises zu versehen. Zwischen der Eisenbahn und Wegen, welche unmittelbar neben derselben in gleicher Ebene oder höher liegen, sind Schutzwehren erforderlich. Gräben mit Seitenaufwurf sind als solche anzusehen.

Drahtzug-Barrieren. §. 6. Drahtzug-Barrieren zur Sperrung von Uebergängen sind an wenig frequenten Wegen zulässig.

§. 7. Die Bahnwärter, welche dieselben bedienen, dürfen nicht über 1800 Fuß von den Barrieren entfernt sein, und müssen von ihrem Standpunkte aus den Uebergang übersehen können.

§. 8. An jedem Uebergange mit Drahtzug-Barrieren ist eine Glocke genügend.

§. 9. Der Uebergang mit solchen Barrieren muß beim Passiren der Züge im Dunkeln ausreichend beleuchtet sein.

§. 10. Jede Drahtzug-Barriere muß auch mit der Hand geschlossen und geöffnet werden können.

Beleuchtung. §. 11. Auch bei andern Barrieren sollen im Dunkeln, so lange dieselben geschlossen sind, die Uebergänge von Chausséen und stark befahrenen Communalwegen beleuchtet sein. Auf den Bahnhöfen sind ½ Stunde vor bis nach erfolgtem Abgange der Züge die Perrons und Anfahrten an die Station zu beleuchten.

Sicherheitsstreifen. §. 12. In Wäldern soll auf jeder Seite des Planums von der Mitte des nächsten Geleises ein Raum von 70 Fuß bei Nadelholz, und von 48 Fuß bei Laubholz von solchen Holzbeständen frei gehalten werden, welche beim Umbruch das Bahngeleise erreichen können. In Nadelholz-Waldungen ist zur Sicherung gegen Waldbrände ein Streifen frei zu halten, dessen Breite nach der Localität zu bestimmen ist.

Freihalten der Bahnbreite. §. 13. Außerhalb der Bahnhöfe muß, von der Mittellinie jedes Geleises aus gerechnet, das Planum der Bahn auf 5½ Fuß Breite von allen Erhebungen, Materialien, Geräthen 2c. frei gehalten werden, deren Oberfläche nicht mehr als 1 Fuß über die Schienen erhöht ist. Alle höheren Gegenstände müssen 6 Fuß 7 Zoll entfernt gehalten und fest gelagert werden.

Bewachung der Bahn. §. 14. Die Uebergangs-Barrieren sind 3 Minuten vor Ankunft des Zuges zu verschließen. Ausnahmen sind nur in unmittelbarer Nähe der Bahnhöfe gestattet. Zehn Minuten vorher dürfen Viehheerden nicht mehr über die Bahn getrieben werden.

Revision der Bahn. §. 15. Vor dem ersten Zuge muß die Bahn von dem Wärter begangen und nachgesehen werden, um zu ermitteln, ob sie sich in normalem Zustande befindet. Während des Tages ist die Bahn mindestens 3 mal und während der Nacht, wo es thunlich ist, kurz vor jedem Zuge zu revidiren. Bei dieser Revision ist insbesondere auf die Dienstfähigkeit der Weichen zu achten.

Abtheilungszeichen. §. 16. Die Bahn ist nach den landesüblichen Meilen dergestalt mit Abtheilungszeichen zu versehen, daß 100 Abtheilungen auf 1 Meile gehen.

Neigungszeiger. §. 17. Auf den Punkten, an welchen das Bahngefälle wechselt, sollen Neigungszeiger aufgestellt werden, welche das Neigungs-Verhältniß des Steigens und Fallens nach beiden Seiten und die Länge der betreffenden Strecke angeben.

Markirpfähle. §. 18. Zwischen zusammenlaufenden Schienensträngen ist ein Markirpfahl aufzustellen, welcher die Grenze andeutet, wie weit in jedem Bahnstrange Wagen vorgeschoben werden können.

Signalvorrichtungen. §. 19. Es müssen dem ankommenden Zuge in Entfernung von mindestens 1000 Fuß Zeichen gegeben werden können, daß derselbe langsam fahren oder halten soll.

§. 20. An den Wärterstationen sind solche Zeichen anzubringen, welche anzeigen, daß ein Zug und von welcher Seite er erwartet wird.

§. 21. Es sind solche Einrichtungen zu treffen, daß den Wärtern die Ankunft der Züge mindestens 3 Minuten vorher bekannt wird.

§. 22. Es ist wünschenswerth, Vorkehrungen zu treffen, daß von jedem Wärterstande aus, mittelst des electrischen Telegraphen eine Hülfsmaschine vom nächsten Bahnhofe verlangt werden kann.

§. 23. Der Name der Station ist mit großen deutlichen Buchstaben, vom Perron sichtbar, anzugeben. Zweckmäßig ist es, auch die Entfernung von den nächsten Hauptstationen beizufügen.

Stations-Uhren. §. 24. Jede Station muß eine Uhr erhalten, welche in der Regel nach der mittleren Zeit des Ortes gestellt ist, auf den größeren Bahnhöfen von dem Zugange zu denselben, und von den Zügen aus sichtbar und im Dunkeln erleuchtet sein muß.

Controlzeichen. §. 25. Zur Controle der, von dem betreffenden Bahnwärter oder Nachtwächter vorgenommenen Revision der Bahn und der Bahnhöfe sollen entsprechende Vorrichtungen angebracht werden.

Lademaß. §. 26. Zur Prüfung des Maßes der Ladung offener Güterwagen, mit Bezug auf den Durchgang derselben unter Brücken, durch

3 Minuten gebraucht werden, Anwendung. Alle Wagen sind mit solchen Vorrichtungen zu versehen, daß sie auch von außen beleuchtet und daß Signal-Laternen angebracht werden.

Revision der Wagen. §. 44. Sämmtliche Wagen sind, nachdem sie 2500 bis 3000 Meilen durchlaufen haben, einer periodischen Revision zu unterwerfen, bei welcher die Achsen, Lager und Federn abgenommen werden müssen.

Bezeichnung der Wagen. §. 45. Jeder Wagen muß Bezeichnungen erhalten, aus welchen zu ersehen ist: a) die Eisenbahn, zu welcher er gehört; b) die Ordnungsnummer, unter welcher er in den Werkstätten und Revisionsregistern geführt wird; c) das eigene Gewicht incl. Achsen und Räder; d) die größte Ladung, mit welcher er belastet werden darf; e) das Datum der letzten Revision.

Hülfswerkzeuge. §. 46. In jedem Zuge sollen diejenigen Geräthschaften vorhanden sein, vermittelst welcher die während der Fahrt an dem Zuge vorkommenden Beschädigungen thunlichst beseitigt und die Weiterfahrt möglich gemacht werden kann.

C. Handhabung des Fahrdienstes.

Länge der Züge. §. 47. Mehr als 200 Achsen sollen in keinem Eisenbahnzuge gehen.

Bremsen. §. 48. Bei Bildung der Züge wird die in §. 40 angegebene Anzahl von Bremsen dergestalt eingestellt, daß hinter den letzten Bremsen nicht mehr Achsen gehen, als nach Maßgabe des Gefälles für eine Bremse bestimmt ist.

Ordnung der Wagen. §. 49. Zwischen der Maschine und dem ersten Personenwagen soll wenigstens ein Wagen ohne Reisende eingeschaltet werden. Langholz darf nie mit Personen in demselben Zuge befördert werden.

Stellung der Wagen. §. 50. In den Personenzügen müssen die Zughacken so weit zusammengezogen sein, daß die Federpuffer der in Ruhe stehenden Wagen sich berühren. Schneepflüge, oder Wagen zum Brechen des Glatteises, dürfen nicht vor die Locomotiven fahrplanmäßiger Züge gestellt werden. Wo das Bedürfniß eintritt, werden diese Schneepflüge oder Wagen mit einer besonderen Maschine dem Zuge in entsprechender Entfernung vorausgeschickt. Fest mit der Locomotive verbundene Schneepflüge, welche nicht auf besondern Rädern gehen, sind auch vor dem Zuge zulässig. In gemischten Zügen sind Wagen mit ungewöhnlicher Kuppelung nicht vor und nicht unmittelbar hinter die Personenwagen zu stellen.

Revision der Züge vor der Abfahrt. §. 51. Bevor ein Zug die Station verläßt, ist derselbe sorgfältig zu revidiren und besonders darauf zu achten, daß die Wagen regelmäßig zusammengekuppelt, die Sicherheitsketten vorschriftsmäßig eingehangen, die Verbindung zwischen den Schaffnersitzen und der Dampfpfeife hergestellt, jeder Wagen gleichmäßig belastet, die

nöthigen Fahrsignale und Laternen angebracht, die Bremsen vorschriftmäßig vertheilt und die Wagen ebenso in ihrer Stellung geordnet sind.

Revision der Bahnstränge und Weichen. §. 52. Vor der Abfahrt, sowie vor der Ankuuft eines Zuges ist genau nachzusehen, ob die Bahnstränge, welche derselbe zu durchlaufen hat, frei, und ob die betreffenden Weichen richtig gestellt sind.

Bedingungen der Abfahrt. §. 53. Kein Personenzug darf vor der im Fahrplan angegebenen Zeit von einer Station abfahren. Die Abfahrt darf nicht erfolgen, bevor alle Wagenthüren verschlossen sind und das für die Abfahrt bestimmte Signal gegeben ist. Wenn mehrere Züge nach einander von einer Station nach derselben Richtung abfahren, so dürfen Personenzüge den Personen- und Güterzügen erst 10 Minuten, Güterzüge den Personenzügen erst 5 Minuten nach der Abfahrt des vorangehenden Zuges folgen. An solchen Zügen, welchen andere nicht fahrplanmäßige nachfolgen, ist dieses zu signalisiren. Nähern sich die Züge auf kürzere Zeiträume als 5 Minuten, so muß dieses vom Bahnwärter durch das Signal zum Langsamfahren dem folgenden Zuge kund gegeben werden. Die Locomotiv- und Zugführer, sowie die Bahnwärter müssen daher mit richtig gehenden Uhren versehen sein.

Fahrgeschwindigkeit. §. 54. Die für jede Gattung von Zügen festgesetzte Maximal-Geschwindigkeit darf nicht überschritten werden. Langsamer muß gefahren werden: a) wenn Menschen, Thiere oder andere Hindernisse auf der Bahn bemerkt werden; b) wenn ein anderer Zug in einem Nebengeleise hält; c) wenn das Langsamfahren vom Wärter signalisirt wird. Bei der Einfahrt in die Station aus Haupt- und Zweigbahnen, und umgekehrt, sowie überhaupt bei dem Uebergange aus einem Geleise in das andere, muß so langsam gefahren werden, daß der Zug auf eine Länge von 300 Fuß zum Stillstand gebracht werden kann.

Schieben der Züge. §. 55. Das Schieben der Züge ist untersagt, wenn sich keine führende Maschine an der Spitze des Zuges befindet. Für langsame Rückwärtsbewegungen des Zuges in Nothfällen oder auf den Bahnhöfen findet diese Bestimmung keine Anwendung, wenn die Geschwindigkeit 15 Fuß in der Secunde nicht übersteigt. Bei Zügen mit Maschinen an der Spitze ist das Nachschieben nur zulässig: a) beim Ersteigen einzelner stark geneigter Bahnstrecken, b) zur Ingangbringung der Züge auf den Stationen. In diesen Fällen darf aber höchstens mit der halben zulässigen Geschwindigkeit gefahren werden. Für Arbeitszüge ist das Schieben der Wagen durch die Locomotive zulässig.

Fahrt der Locomotive mit dem Tender voran. §. 56. Die Fahrt der Locomotiven mit dem Tender vorn ist bei fahrplanmäßigen Zügen mit Personenbeförderung nur gestattet, wenn eine Hilfslocomotive einem Zuge entgegengeht, oder auf stark geneigten Ebenen die Maschine sich unten befindet. Dieselbe darf sich dem Zuge nicht vorlegen, bevor derselbe zum Stillstand

[redacted]rgänge und Sicherheitsschienen. §. 8. Bei Wegeüber[redacted]en von normaler Spurweite soll die Rinne für den Spurkranz 2" Zoll breit und mindestens 1½ Zoll tief sein. Bei Uebergängen über Geleise mit einer vergrößerten Spurweite ist die Rinne für den Spurkranz um ein gleiches Maß über 2" Zoll zu erweitern.

§. 9. Außer bei Wegübergängen und in Bahnhöfen ist die Anbringung von Streichschienen (sogenannten Sicherheitsschienen) unstatthaft.

Weichen. §. 10. Weichen, welche bei unrichtiger Stellung ein Abspringen der Räder von den Schienen zur Folge haben, sind in denjenigen Bahngeleisen, die von durchgehenden Zügen passirt werden, nicht gestattet.

Drehscheiben und versenkte Bahnen. §. 11. Drehscheiben und versenkte Bahnen dürfen in [redacted]auptgeleisen nicht vorhanden sein.

Lage und Stellung f[redacted]rke gegen die Bahnstränge. §. 12. Bei Tunnels und allen Ueber[redacted]angen der Hauptgeleise darf kein Punkt der Decke innerhalb der Breite des Schienengeleises weniger als 15 Fuß 9 Zoll über der Oberkante der Schienen liegen.

Wasserkrahne. §. 13. Die Ausgüsse der Wasserkrahnen müssen sich wenigstens 8 Fuß 3 Zoll über der Oberkante der Schienen befinden.

B. Betriebsmittel.

Locomotiven. §. 14. Locomotiven dürfen ohne vorherige, den bestehenden Vorschriften entsprechende Prüfung nicht in Betrieb gesetzt werden, **die hiernach als zulässig erkannte größte Dampfspannung muß an der Maschine sichtlich bezeichnet sein.**

§. 15. Wenn eine Locomotive mit neuem Kessel höchstens 10000 deutsche Meilen zurückgelegt hat, und später jedesmal, wenn eine größere Kesselreparatur vorgenommen worden ist, oder wenn die Maschine höchstens 8000 Meilen zurückgelegt hat, mindestens aber in einem Zeitraum von 3 Jahren, muß eine neue Probe mit entblößtem Kessel vorgenommen werden. Bei jeder Probe sind gleichzeitig die Ventilbelastungen zu prüfen.

§. 16. Jede Locomotive soll mindestens mit 2 Sicherheitsventilen und einem möglichst vollkommenen Manometer mit Wasserstandszeiger und 3 Probirhähnen versehen sein. Die Belastung der Sicherheitsventile soll durch Federwaagen, welche an Hebeln befestigt sind, oder durch freie Gewichts-, resp. Druckbelastung geschehen, und muß die Einrichtung so getroffen werden, daß den Ventilen eine verticale Bewegung von $\frac{1}{8}$ Zoll möglich ist.

§. 17. Die größte Höhe des Schornsteins der Locomotiven soll, von der Oberkante der Schienen gemessen, nicht mehr als 15 Fuß betragen.

§. 18. An jeder Locomotive sollen vor den Vorderrädern kräftige Bahnräumer angebracht sein, die von der Schienenoberfläche 2 bis 2½ Zoll abstehen müssen. Die Bahnräumer sollen genau über den Schienen stehen.

§. 19. Wenn es die Beschaffenheit des Brennmaterials erfordert, muß der Schornstein der Locomotiven mit einem bewährten Apparate gegen das

Funkensprühen versehen sein. Außerdem soll jede Locomotive ohne Rücksicht auf das Brennmaterial einen verschließbaren Aschenkasten erhalten.

§. 20. Jede Maschine ist mit einer kräftigen Dampfpfeife zu versehen.

§. 21. An dem vordern Rahmstücke der Locomotive müssen 2 elastische Puffer und in der Mitte derselben ein starker Zughacken angebracht sein. Puffer und Zughacken sollen gleiche Dimensionen wie die für Wagen vorgeschriebene erhalten.

§. 22. Die größte Ausladung in der Breite der Maschine soll 10 Fuß nicht übersteigen. Die tiefsten Punkte der Maschine müssen stets 5 Zoll über der Oberkante der Schienen bleiben.

Tender. §. 23. Die Tender müssen mit kräftigen Bremsen versehen sein.

§. 24. Die größte Breite des Tenders soll nicht über 9 Fuß und die größte Höhe, von der obern Kante der Schienen bis zum höchsten Theile des Wasserbehälters gemessen, nicht über 8 Fuß betragen.

Achsen und Räder. §. 25. Die Breite der Radreifen soll bei Locomotiven nicht unter $5\frac{1}{4}$ Zoll, bei Wagen nicht unter 5 Zoll und bei allen Eisenbahn-Fuhrwerken nicht über 6 Zoll betragen. Der Conus der Radreifen muß überall mindestens $\frac{1}{20}$ geneigt sein.

§. 26. Die sämmtlichen Räder aller Eisenbahn-Fuhrwerke erhalten Spurkränze. Die Höhe der Spurkränze darf, von der Oberkante der Schiene gemessen, das Maß von $1\frac{1}{4}$ Zoll nicht übersteigen.

§. 27. Die Summe des Spielraums zwischen den Schienen und Spurkränzen (auf der Gesammtverschiebung der Achse an dieser gemessen) darf nicht unter $\frac{3}{8}$ Zoll und auch bei der größten zulässigen Abnutzung nicht über 1 Zoll betragen. Nur bei den Mittelrädern 6rädriger Maschinen ist ein Gesammtspielraum bis zu $1\frac{1}{2}$ Zoll zulässig.

§. 28. Der lichte Abstand zwischen den innern Flächen der Räder soll in normalem Zustande überall 4 Fuß $5\frac{1}{2}$ Zoll betragen. Eine Abweichung von $\frac{1}{8}$ Zoll über oder unter diesem Maß ist zulässig.

§. 29. Die geringste noch zulässige Stärke eiserner Radreifen an der Stelle gemessen, wo das Mittel vom Angriff der Bahnschiene den Radreifen berührt, wird für Locomotiven und Tender auf $\frac{7}{8}$ Zoll, für Wagen, welche auf andere Bahnen übergehen, auf $\frac{3}{4}$ Zoll festgesetzt.

§. 30. Fehlerhafte Räder, nicht konische Räder, durchschnittene Achsen und Räder, die auf den Achsen beweglich sind, werden vom durchgehenden Verkehre ausgeschlossen.

Wagen. §. 31. Personenwagen dürfen in den Tritten und allen vorstehenden festen Theilen nicht mehr als 10 Fuß, zwischen den äußeren Seiten der Kastenwände nicht mehr als 8 Fuß 7 Zoll Breite haben. Güterwagen dürfen mit Einschluß der Schiebethüren und Tritte die Breite von 9 Fuß nicht überschreiten.

§. 32. Für Wagen mit feststehenden Achsen, d. h. solchen, bei denen die auf den Lagerbüchsen ruhenden Federn ohne alle Hängeösen oder Gelenke

in festen Achsenhaltern direct unter den Rahmen des Untergestelles greifen, wird der größte zulässige Achsenstand auf 18 Fuß festgesetzt. Sind die Wagen so construirt, daß eine entsprechende Verschiebung oder Drehung der Mittel- oder Endachsen zulässig wird, so ist ein Radstand bis zu 25 Fuß anwendbar.

§. 33. Die Wagen sollen mit dem höchsten Punkte ihres festen Oberbaues nicht mehr als 12 Fuß 4 Zoll über den Schienen hoch sein. Bei Wagen, auf welchen sich ein aufgebauter, verdeckter Schaffnersitz befindet, darf dieser in seinem höchsten Punkte nicht mehr als 15 Fuß 6 Zoll und der Tritt des Schaffners überhaupt nicht mehr als 9 Fuß 4 Zoll Höhe über den Schienen haben.

§. 34. Die auf andere Bahnen übergehenden Züge müssen eine deutliche und bestimmte Bezeichnung haben: des Eigenthümers, des eigenen Gewichts (incl. Achsen) und der größten zulässigen Beladung in Zollcentnern.

Stoß- und Zugvorrichtung. §. 35. Jeder Wagen, welcher auf andere Eisenbahnen übergehen soll, muß mit zweiseitigen elastischen Stoßapparaten versehen sein.

§. 36. Die normale Weite der Puffer von Mitte zu Mitte wird auf 5 Fuß 9 Zoll, die normale Höhe des Mittelpunktes der Puffer über den Schienen auf 3 Fuß 5 Zoll festgesetzt. Für leere Wagen ist eine Differenz von 1 Zoll über jene Höhe und für beladene von 4 Zoll unter derselben gestattet.

§. 37. Der Abstand der vordern Pufferfläche von der Kopfschwelle des Wagens soll bei völlig eingedrückten Puffern mindestens 14½ Zoll und der Durchmesser der Pufferscheiben mindestens 14 Zoll betragen; auch soll an jeder Seite des Wagens die Stoßfläche des einen Puffers eben, die des andern convex sein, und zwar so, daß vom Wagen ab gesehen die Scheibe des linken Puffers eben, die des rechten convex ist. Zwischen Puffern und Zughacken muß stets ein Raum frei bleiben, welcher die bequeme und gefahrlose Bewegung eines Mannes beim Kuppeln, auch bei eingedrückten Puffern, gestattet.

§. 38. Alle durchgehenden Eisenbahnwagen müssen mit zweiseitigen elastischen Zugvorrichtungen versehen sein.

§. 39. Die Zugvorrichtung muß so construirt sein, daß die Länge, um welche sie gegen die Kopfschwelle hervorgezogen werden kann, mindestens 2 Zoll und nicht mehr als 6 Zoll beträgt.

§. 40. Die Angriffsfläche des nicht angezogenen Zughackens soll von der äußersten Stoßfläche des Puffers in normalem Zustande 14½ Zoll entfernt sein. Abweichungen bis ½ Zoll über oder unter diesem Maß sind zulässig.

§. 41. Es wird empfohlen, alle Wagen an beiden Kopfenden mit Zughacken nach Zeichnung zu versehen. Wo bewegliche Bügel angewendet werden, sind solche ebenfalls nach dieser Zeichnung auszuführen.

§. 42. Die Kuppelung geschieht bei durchgehenden Personen-, Post- und Gepäckwagen immer mit Schrauben-Kuppelungen. Güterwagen können mit Schrauben-Kuppelungen und mit einfachen Gliederketten gekuppelt werden. In jedem Falle ist an jedem Wagenende eine Kuppelkette (Schraubenkuppelung resp. Gliederkette) befestigt anzubringen.

§. 43. Die Verhältnisse der Kuppelung bei den angenommenen Abmessungen der Puffer, Zughacken ꝛc. ergeben sich aus den (den Vorschriften anliegenden) 3 Zeichnungen.

§. 44. Alle Eisenbahnwagen müssen an jedem Kopfende mit 2 befestigten Nothketten versehen sein.

§. 45. Die beiden Nothketten an einem Ende des Wagens sollen 3 Fuß 6 Zoll Abstand von einander, also 1 Fuß 9 Zoll Entfernung von der Wagenmitte haben, in gleicher Höhe mit dem Zughacken und den Puffern angebracht und so lang sein, daß sie ausgezogen mit dem Angriffspunkt des Nothkettenhackens mindestens 12 Zoll über die Pufferfläche hinausragen. Sie sollen ferner an den Enden tüchtige Hacken haben, deren Eisenstärke jedoch in der Höhe nicht mehr als 2 Zoll, in der Breite nicht mehr als 1 Zoll beträgt, und die beim Zusammenhängen nicht in einander, sondern in ein Kettenglied eingehängt werden.

Bremsen. §. 46. Die Wagenbremsen sollen so beschaffen sein, daß damit die Achse festgestellt werden kann.

§. 47. Die Anzahl der Räderpaare, excl. Tender, welche in einem Wagenzuge mit wirksamen Bremsen versehen sein müssen, wird bestimmt wie folgt:

bei Bahnen mit längeren Neigungen

bis zu	1/500	incl.	für	Personenzüge	das	8te	Räderpaar
„	„	„	„	Güterzüge	„	12te	„
„	„	1/300	„	Personenzüge	„	6te	„
„	„	„	„	Güterzüge	„	10te	„
„	„	1/200	„	Personenzüge	„	5te	„
„	„	„	„	Güterzüge	„	8te	„
„	„	1/100	„	Personenzüge	„	4te	„
„	„	„	„	Güterzüge	„	7te	„
„	„	1/60	„	Personenzüge	„	3te	„
„	„	„	„	Güterzüge	„	5te	„

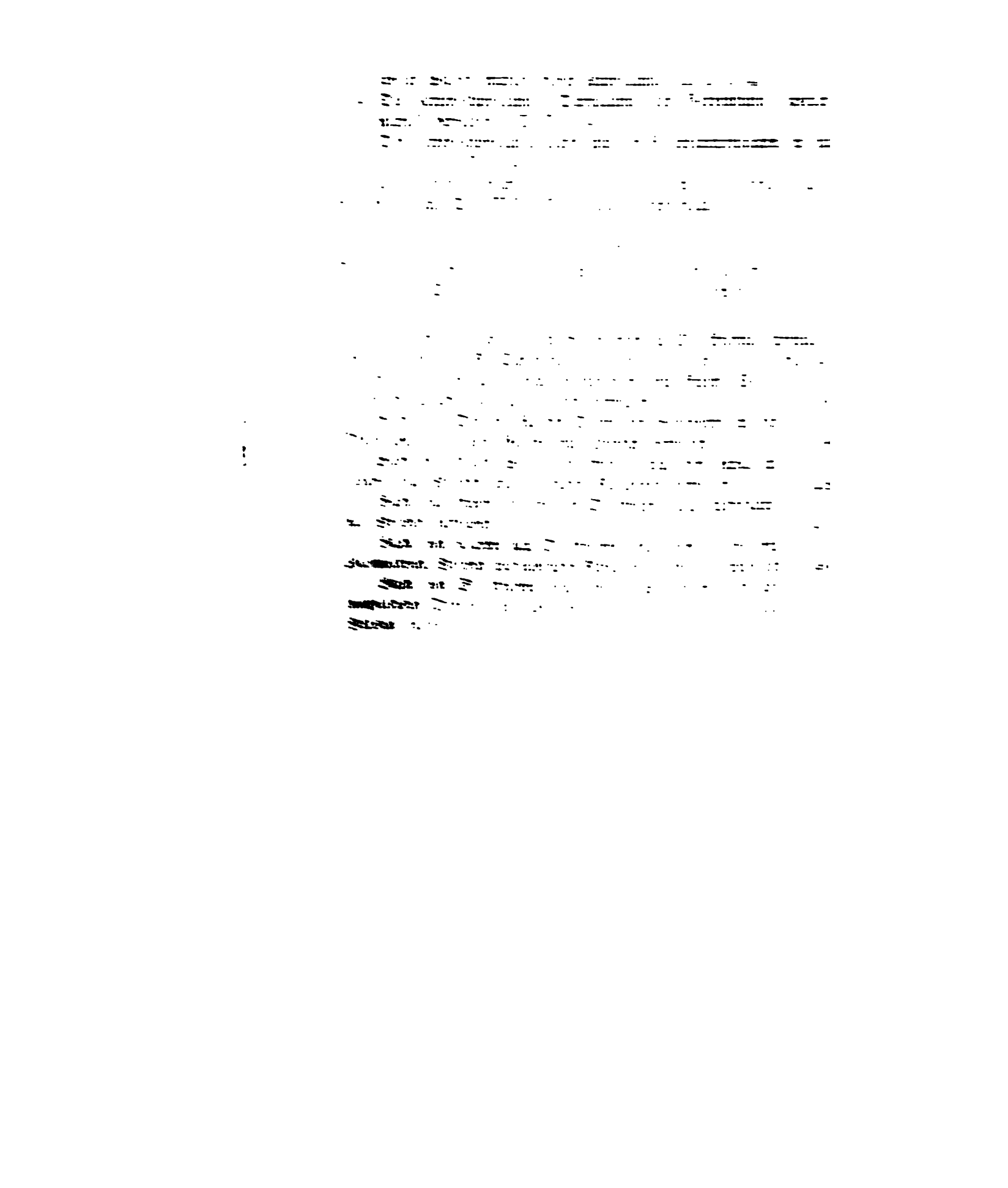
Bei Bahnen mit Neigungen bis zu 1/40 mit Locomotivbetrieb soll in Personenzügen das 2te, in Güterzügen das 4te Räderpaar gebremst oder die Hemmung durch besondere Bremsschlitten bewirkt werden können.

§. 48. Wenn mehrere Wagen von einer Eisenbahn auf eine andere übergehen, müssen dieselben so viel Bremsen erhalten, als es die Neigungsverhältnisse der übernehmenden Bahn nach §. 47 erfordern. Bruchtheile werden hierbei nicht gerechnet.

C. Allgemeine Bemerkungen.

§. 49. Ein sicherer durchgehender Verkehr auf den Vereinsbahnen ist nur zu erreichen, wenn alle noch auszuführenden Einrichtungen mindestens nach den unter II. A und B aufgeführten Bestimmungen construirt werden.

§. 50. Bei Neubauten, größeren Ergänzungen und Umbauten ist die Befolgung der unter I. aufgeführten „Grundzüge“ dringend zu empfehlen.



Englische Bahnen.

Bahnen in den Umgebungen von Newcastle zum Transport der Kohlen mit Einem Geleise	140000 Fr.
Bahn von Preston nach Longridge, mit einem Geleise .	240000 „
Bahn von Darlington, mit Einem Wege, zum Transport der Kohlen, mit Locomotiven von der Geschwindigkeit von 4 Lieues in der Stunde betrieben	328000 „
Bahn von Cromford nach Peakforest, mit Pferden und stehenden Maschinen betrieben, mit Einem Geleise	336000 „
Bahn von Newcastle nach Carlisle, mit Einem Geleise, England von Osten nach Westen durchziehend, mit Locomotiven von großer Geschwindigkeit betrieben	480000 „
Bahn von Leeds nach Selby, mit zwei Geleisen, mit Locomotiven von großer Geschwindigkeit betrieben	1000000 „
Bahn von Birmingham nach Liverpool, zum Transport der Reisenden, mit großer Geschwindigkeit	1500000 „
Bahn von Liverpool nach Manchester	2600000 „
Bahn von London nach Birmingham	3300000 „
Bahn von London nach Greenwich, auf Arkaden und großentheils im Innern von London	5300000 „
Bahn von Blackwall ganz im Innern der Stadt, mit stehenden Maschinen betrieben	12000000 „

Belgische und amerikanische Bahnen:

Belgische Bahnen, mittlerer Preis	500000 „
Bahnen der vereinigten Staaten, mittlerer Preis . . .	250000 „

Deutsche Bahnen, s. §. 106.

Kanäle.

Die englischen Kanäle, größtentheils von kleinem Querschnitt und nur Schiffe zu tragen fähig, deren Last selten 60 Tonnen übersteigt, haben im Mittel gekostet	580000 „
Die französischen Kanäle, in der Regel von großem Querschnitt und Schiffe zu tragen fähig, welche 100 bis 150 Tonnen laden, haben im Mittel gekostet	500000 „
Kanal von Briare, von kleinem Schnitt	466000 „
Canal du centre, von mittlerem Schnitt (die Schiffe laden 60 bis 80 Tonnen) . . . . . :	480000 „
Canal du Languedoc, von großem Schnitt	550000 „
Kanal von St. Quentin, von großem Schnitt	540000 „

Straßen:

Nicht gepflasterte Landstraßen (routes royales)	150000 „
Gepflasterte Landstraßen	250000 „

Perdonnet schließt aus diesen verschiedenen Preisen, daß sowohl in Frankreich als in England in Gegenden, wo man nach Belieben eine Eisenbahn oder einen Kanal bauen kann, der Bau einer Eisenbahn, die zum Transport der Waaren bestimmt ist, in der Regel nicht mehr kosten wird als der Bau eines Kanales.

Tabelle der Kosten der jährlichen Unterhaltung der Eisenbahnen, Kanäle und Straßen, auf die Lieue.

	Franken.
Englische Bahnen, mit Pferden betrieben (Transit von 100000 Tonnen)	2000 bis 2500
Französische Bahnen, mit Pferden betrieben (Transit von 100000 Tonnen)	1200 bis 1500
Bahn von Darlington (Transit 559000 Tonnen Bruttogewicht, dem Transport von 260000 Tonnen Waaren entsprechend; Geschwindigkeit der Locomotive 4 bis 5 Lieues in der Stunde)	16000
Bahn von Liverpool (mittlere Geschwindigkeit 8 bis 9 Lieues in der Stunde; jährlicher Transit 525000 Tonnen Bruttogewicht	23000
Bahn von St. Germain (mittlere Geschwindigkeit 8 bis 9 Lieues in der Stunde; jährliche Circulation 1500000 Reisende, einem Bruttogewicht von 500000 Tonnen entsprechend). Im ersten Monat	17000
In den folgenden Monaten	16000
Französische Kanäle	3000 bis 9000
Canal du centre (schlecht unterhalten)	3600
Kanal von Briare	6400
„ „ Languedoc	8400
Englischen Kanäle	9000 bis 16000
Great-Junction-Kanal	16000
Kanal von Kenet und Avon	10400
Kanal von Leebs nach Liverpool	9200
Französische Gebirgsstraßen	800 bis 1000
Französische Landstraßen	2000
Englische Straßen	4000 bis 4500

Im Großherzogthum Baden kostet die Stunde Straße

in der Ebene	15—20000 fl.
im Hügellande	30—35000 fl.
im Gebirge	45—50000 fl.

Die Unterhaltungskosten sind je nach den localen Verhältnissen 700 fl. bis 1500 fl. jährlich pro Stunde.

Literarischer Anzeiger.

In allen Buchhandlungen sind zu haben oder durch solche zu beziehen:

Romberg's Zeitschrift für practische Baukunst. Zur Verbreitung gemeinnütziger Kenntnisse, sowie der neuesten Erfindungen und Entdeckungen im Gebiete des gesammten Bauwesens und in den bauwissenschaftlichen Gewerben überhaupt, zunächst für Architekten, Baumeister, Ingenieure, Bauherren, Maurer- und Zimmermeister ꝛc. Jahrgang (30ster) 1870. Berlin 1870. Allgemeine deutsche Verlagsanstalt. Sigismund Wolff. Preis (12 Hefte) vollständig Thlr. 4. od. fl. 7.

Bona, L., Taschenbuch für Baumeister, Geometer und Bau-Unternehmer zur Bestimmung und Absteckung von Kurven der Eisenbahn- und Weglinien für alle Fälle. Nach sorgfältiger Berechnung herausgegeben. Mit 15 Figuren und 8 Tabellen. 8°. Cartonirt. Berlin 1861. Carl Heymann's Verlag (Julius Imme). Preis 12 Sgr.

Degen, Ludw., Praktisches Handbuch für Einrichtungen der Ventilation und Heizung von öffentlichen und Privatgebäuden nach dem System der Aspiration. Unter Zugrundelegung von Morins Manuel mit besonderer Rücksicht auf Baumeister, Behörden und technische Lehranstalten. 16 Bogen und zwei Tafeln Abbildungen. München. J. Lindauer'sche Buchhandlung (Schöpping). Preis Thlr. 1. 5. od. fl. 2.

Dengler, Leopold (Großherzogl. Bad. Bezirksförster und Lehrer der Forstwirthschaft am Polytechnikum zu Karlsruhe). **Weg-, Brücken- und Wasserbaukunde** für Land- und Forstwirthe, Guts- und Gewerkebesitzer, Gemeindebeamte u. s. w. Mit 16 lithographirten Tafeln in Folio und 1 Karte. Zweite Ausgabe. Stuttgart 1868. E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch). Preis Thlr. 2. 4 Ngr. oder fl. 3. 36 kr.

Fürstenhaupt, Fr. (Königl. Regierungs-Geometer und Drain-Ingenieur in Berlin). **Denkschrift über Ent- und Bewässerungs-Anlagen** in großen Städten, unter Beseitigung der Straßen-Rinnsteine und Ueberbrückungen. Mit besonderer Berücksichtigung der lokalen Verhältnisse und Bedürfnisse der Stadt Berlin bearbeitet. Mit 16 Abbildungen in Holzschnitt. Berlin 1864. Carl Lindow. Preis 7½ Ngr.

George, Charles. Darstellung des gesammten Eisenbahndienstes, und zwar I. Allgemeine Bahnverwaltung. II. Bahn-Unterhaltung. III. Transport-Verwaltung. 8°. Brosch. Berlin 1856. Carl Heymann's Verlag (Julius Imme). Preis 15 Sgr.

Grebenau, Heinr. (Königl. bayer. Baubeamter). **Theorie der Bewegung des Wassers in Flüssen und Kanälen.** Nach den auf Kosten der V. Staaten von Nord-Amerika vorgenommenen Untersuchungen und dem Bericht Humphrey's und Abbot's über die physischen und hydraulischen Verhältnisse des Mississippi-Stromes, seiner Nebenflüsse, Mündungen und Alluvial-Regionen. Deutsch bearbeitet und mit einigen die Prüfung der neuen Theorie an verschiedenen Flüssen und Bächen, die Umwandlung der neuen Formeln in andere Landesmaße und die Ver-

TRANSPORTAT
send to dep't

TE 145 .M46
Der Strassen- und Eisenbahnbau
Stanford University Libraries
3 6105 041 646 824

TE 145
M46
[v.1]

Stanford University Library
Stanford, California

In order that others may use this book, please return it as soon as possible, but not later than the date due.

42.52